This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 1,371,444

PROPERTY OF
The University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE.

TOME SECOND.

IMPRESSION ANASTALTIQUE
CULTURE ET CIVILISATION
115, AVENUE GABRIEL LEBON
BRUXELLES
1965

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,

PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU

ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

Avec Figures :

Par M. LAVOISIER, *de l'Académie des Sciences, de la Société Royale de Medecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société Royale de Londres, de l'Inſtitut de Bologne, de la Société Helvétique de Baſle, de celles de Philadelphie, Harlem, Mancheſter, Padoue, &c.*

TOME SECOND.

A PARIS,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXIX.

Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la Société Royale de Médecine.

(D
28
.L414t
1789a
v.2

570862-013.

TABLE
DES CHAPITRES
DU TOME SECOND.

TROISIEME PARTIE.

Deſcription des Appareils & des Opérations manuelles de la Chimie.

Introduction, 323

Chap. I. *Des inſtrumens propres à déterminer le poids abſolu & la peſanteur ſpécifique des corps ſolides & liquides*, 327

Chap. II. *De la Gazométrie, ou de la meſure du poids & du volume des ſubſtances aériformes*, 342

§. I. *Deſcription des Appareils pneumato-chimiques*, ibid.

§. II. *Du Gazomètre*, 346

§. III. *De quelques autres manières de mesurer le volume des Gaz*, 360

§. IV. *De la manière de séparer les unes des autres les différentes espèces de Gaz*, 365

§. V. *Des corrections à faire au volume des Gaz obtenus dans les expériences, relativement à la pression de l'atmosphère*, 370

§. VI. *Des corrections relatives aux différens degrés du Thermomètre*, 378

§. VII. *Modèle de calcul pour les corrections relatives au degré de pression & de température*, 380

§. VIII. *De la manière de déterminer le poids absolu des différens Gaz*, 384

CHAP. III. *Des Appareils relatifs à la mesure du Calorique*, 387

Description du Calorimètre, ibid.

CHAP. IV. *Des opérations purement mécaniques qui ont pour objet de diviser les corps*, 403

§. I. *De la Trituration, de la Porphirisation, & de la Pulvérisation*, ibid.

§. II. *Du Tamisage & du Lavage*, 409

§. III. *De la Filtration*, 412

§. IV. *De la Décantation*, 419

CHAP. V. *Des moyens que la Chimie emploie pour écarter les unes des autres les molécules des corps ſans les décompoſer, & réciproquement pour les réunir*, 422

§. I. *De la Solution des Sels*, 423

§. II. *De la Lixiviation*, 428

§. III. *De l'Evaporation*, 431

§. IV. *De la Criſtalliſation*, 436

§. V. *De la Diſtillation ſimple*, 442

§. VI. *De la Sublimation*, 448

CHAP. VI. *Des Diſtillations pneumato-chimiques, des Diſſolutions métalliques, & de quelques autres opérations qui exigent des Appareils très-compliqués*, 449

§. I. *Des Diſtillations compoſées, & des Diſtillations pneumato-chimiques*, 449

§. II. *Des diſſolutions métalliques*, 458

§. III. *Des Appareils relatifs aux fermentations vineuſe & putride*, 461

§. IV. *Appareil particulier pour la décompoſition de l'eau*, 465

§. V. *De la préparation & de l'emploi des Luts*, 468

CHAP. VII. *Des Opérations relatives à la combuſtion proprement dite & à la détonation*, 478

§. I. *De la Combuſtion du Phoſphore & du Charbon*, 482

§. II. *De la Combuſtion des Huiles*, 493

§. III. *De la Combuſtion de l'Eſprit-de-vin ou Alkoöl*, 501

§. IV. *De la Combuſtion de l'Ether*, 503

§. V. *De la Combuſtion du Gaz hydrogène, & de la Formation de l'Eau*, 506

§. VI. *De l'Oxidation des Métaux*, 513

§. VII. *De la Détonation*, 524

CHAP. VIII. *Des Inſtrumens néceſſaires pour opérer ſur les corps à de très-hautes températures*, 534

§. I. *De la Fuſion*, ibid.

§. II. *Des Fourneaux*, 537

§. III. *Des moyens d'augmenter conſidérablement l'action du feu, en ſubſtituant le gaz oxygène à l'air de l'atmoſphère*, 552

TROISIEME

TROISIÈME PARTIE

Deſcription des appareils & des opérations manuelles de la Chimie.

INTRODUCTION.

CE n'eſt pas ſans deſſein que je ne me ſuis pas étendu davantage dans les deux premières parties de cet Ouvrage, ſur les opérations manuelles de la Chimie. J'ai reconnu, d'après ma propre expérience, que des deſcriptions minutieuſes, des détails de procédés & des explications de planches, figuroient mal dans un ouvrage de raiſonnement; qu'elles interrompoient la marche des idées, & qu'elles rendoient la lecture de l'ouvrage faſtidieuſe & difficile.

D'un autre côté, ſi je m'en fuſſe tenu aux ſimples deſcriptions ſommaires que j'ai données juſqu'ici, les commençans n'auroient pu prendre

dans cet Ouvrage que des idées très-vagues de la Chimie-pratique. Des opérations qu'il leur auroit été impoſſible de répéter, ne leur auroient inſpiré ni confiance ni intérêt : ils n'auroient pas même eu la reſſource de chercher dans d'autres ouvrages de quoi ſuppléer à ce qui auroit manqué à celui-ci. Indépendamment de ce qu'il n'en exiſte aucun où les expériences modernes ſe trouvent décrites avec aſſez d'étendue, il leur auroit été impoſſible de recourir à des traités où les idées n'auroient point été préſentées dans le même ordre, où l'on n'auroit pas parlé le même langage ; en ſorte que le but d'utilité que je me ſuis propoſé n'auroit pas été rempli.

J'ai pris, d'après ces réflexions, la réſolution de réſerver pour une troiſième partie la deſcription ſommaire de tous les appareils & de toutes les opérations manuelles qui ont rapport à la Chimie élémentaire. J'ai préféré de placer ce traité particulier à la fin plutôt qu'au commencement de cet Ouvrage, parce qu'il m'auroit été impoſſible de n'y pas ſuppoſer des connoiſſances que les commençans ne peuvent avoir, & qu'ils ne peuvent acquérir que par la lecture de l'Ouvrage même. Toute cette troiſième partie doit être en quelque façon conſidérée comme l'explication des figures qu'on a coutume de rejetter

à la fin des Mémoires, pour ne point en couper le texte par des deſcriptions trop étendues.

Quelque ſoin que j'aye pris pour mettre de la clarté & de la méthode dans cette partie de mon travail, & pour n'omettre la deſcription d'aucun appareil eſſentiel, je ſuis loin de prétendre que ceux qui veulent prendre des connoiſſances exactes en Chimie, puiſſent ſe diſpenſer de ſuivre des cours, de fréquenter les laboratoires & de ſe familiariſer avec les inſtrumens qu'on y emploie. *Nihil eſt in intellectu quod non prius fuerit in ſenſu* : grande & importante vérité que ne doivent jamais oublier ceux qui apprennent comme ceux qui enſeignent, & que le célèbre Rouelle avoit fait tracer en gros caractères dans le lieu le plus apparent de ſon laboratoire.

Les opérations chimiques ſe diviſent naturellement en pluſieurs claſſes, ſuivant l'objet qu'elles ſe propoſent de remplir : les unes peuvent être regardées comme purement mécaniques ; telle eſt la détermination du poids des corps, la meſure de leur volume, la trituration, la porphyriſation, le tamiſage, le lavage, la filtration : les autres ſont des opérations véritablement chimiques, parce qu'elles emploient des forces & des agens chimiques, telles que la diſſolution, la fuſion, &c. Enfin les unes

ont pour objet de ſéparer les principes des corps, les autres de les réunir; ſouvent même elles ont ce double but, & il n'eſt pas rare que dans une même opération, comme dans la combuſtion, par exemple, il y ait à la fois décompoſition & recompoſition.

Sans adopter particulièrement aucune de ces diviſions, auxquelles il ſeroit difficile de s'aſtreindre, du moins d'une manière rigoureuſe, je vais préſenter le détail des opérations chimiques, dans l'ordre qui m'a paru le plus propre à en faciliter l'intelligence. J'inſiſterai particulièrement ſur les appareils relatifs à la Chimie moderne, parce qu'ils ſont encore peu connus, même de ceux qui font une étude particulière de cette ſcience, je pourrois preſque dire, d'une partie de ceux qui la profeſſent.

CHAPITRE PREMIER.

Des inſtrumens propres à déterminer le poids abſolu & la peſanteur ſpécifique des corps ſolides & liquides.

ON ne connoît juſqu'à préſent aucun meilleur moyen pour déterminer les quantités de matières qu'on emploie dans les opérations chimiques, & celles qu'on obtient par le réſultat des expériences, que de les mettre en équilibre avec d'autres corps qu'on eſt convenu de prendre pour terme de comparaiſon. Lors, par exemple, que nous voulons allier enſemble douze livres de plomb & ſix livres d'étain, nous nous procurons un levier de fer aſſez fort pour qu'il ne fléchiſſe pas; nous le ſuſpendons dans ſon milieu & de manière que ſes deux bras ſoient parfaitement égaux; nous attachons à l'une de ſes extrêmités un poids de douze livres; nous attachons à l'autre du plomb, & nous en ajoutons juſqu'à ce qu'il y ait équilibre, c'eſt-à-dire juſqu'à ce que le levier demeure parfaitement horiſontal. Après avoir ainſi opéré ſur le plomb, on opère ſur l'étain; & on en uſe de la même manière pour toutes les autres matières dont on veut déterminer la

quantité. Cette opération ſe nomme *peſer ;* l'inſtrument dont on ſe ſert ſe nomme *balance :* il eſt principalement compoſé, cómme tout le monde le ſait, d'un fléau, de deux baſſins & d'une aiguille.

Quant au choix des poids & à la quantité de matière qui doit compoſer une unité, une livre, par exemple, c'eſt une choſe abſolument arbitraire ; auſſi voyons-nous que la livre differe d'un royaume à un autre, d'une province & ſouvent même d'une ville à une autre. Les ſociétés n'ont même d'autre moyen de conſerver l'unité qu'elles ſe ſont choiſie, & d'empêcher qu'elle ne varie & ne s'altère par la révolution des tems, qu'en formant ce qu'on nomme des étalons, qui ſont dépoſés & ſoigneuſement conſervés dans les greffes des juriſdictions.

Il n'eſt point indifférent ſans doute dans le commerce & pour les uſages de la ſociété, de ſe ſervir d'une livre ou d'une autre, puiſque la quantité abſolue de matière n'eſt pas la même, & que les différences même ſont très-conſidérables. Mais il n'en eſt pas de même pour les Phyſiciens & pour les Chimiſtes. Peu importe dans la plupart des expériences, qu'ils ayent employé une quantité A ou une quantité B de matière, pourvu qu'ils expriment clairement les produits qu'ils ont obtenus de l'une ou de l'autre

de ces quantités, en fractions d'un uſage commode, & qui réunies toutes enſemble faſſent un produit égal au tout. Ces conſidérations m'ont fait penſer qu'en attendant que les hommes, réunis en ſociété, ſe ſoient déterminés à n'adopter qu'un ſeul poids & qu'une ſeule meſure, les Chimiſtes, de toutes les parties du monde, pourroient ſans inconvénient ſe ſervir de la livre de leur pays, quelle qu'elle fût, pourvu qu'au lieu de la diviſer, comme on l'a fait juſqu'ici, en fractions arbitraires, on ſe déterminât par une convention générale à la diviſer en dixièmes, en centièmes, en millièmes, en dix-millièmes, &c. c'eſt-à-dire, en fractions décimales de livres. On s'entendroit alors dans tous les pays, comme dans toutes les langues : on ne ſeroit pas sûr, il eſt vrai, de la quantité abſolue de matière qu'on auroit employée dans une expérience ; mais on connoîtroit ſans difficulté, ſans calcul, le rapport des produits entr'eux ; ces rapports ſeroient les mêmes pour les ſavans du monde entier, & l'on auroit véritablement pour cet objet un langage univerſel.

Frappé de ces conſidérations, j'ai toujours eu le projet de faire diviſer la livre poids de marc en fractions décimales, & ce n'eſt que depuis peu que j'y ſuis parvenu.

M. Fourché, Balancier, ſucceſſeur de M. Chemin, rue de la Ferronnerie, a rempli cet objet avec beaucoup d'intelligence & d'exactitude, & j'invite tous ceux qui s'occupent d'expériences, à ſe procurer de ſemblables diviſions de la livre : pour peu qu'ils ayent d'uſage du calcul des décimales, ils ſeront étonnés de la ſimplicité & de la facilité que cette diviſion apportera dans toutes leurs opérations. Je détaillerai dans un Mémoire particulier deſtiné pour l'Académie, les précautions & les attentions que cette diviſion de la livre exige.

En attendant que cette méthode ſoit adoptée par les ſavans de tous les pays, il eſt un moyen ſimple, ſinon d'atteindre au même but, au moins d'en approcher & de ſimplifier les calculs. Il conſiſte à convertir à chaque peſée les onces, gros & grains qu'on a obtenus, en fractions décimales de livre; & pour diminuer la peine que ce calcul pourroit préſenter, j'ai formé une table où ces calculs ſe trouvent tous faits ou au moins réduits à de ſimples additions. Elle ſe trouve à la fin de cette troiſième partie : voici la manière de s'en ſervir.

Je ſuppoſe qu'on ait employé dans une expérience 4 livres de matières, & que par le réſultat de l'opération on ait obtenu quatre produits différens A, B, C, D, peſant ſavoir,

	liv.	onc.	gros	grains.
Produit A	2	5	3	63
Produit B	1	2	7	15
Produit C	»	3	1	37
Produit D	»	4	3	29
Total	4	»	»	»

On transformera, au moyen de la table, ces fractions vulgaires en décimales, comme il ſuit :

Pour le produit A.

Fractions vulgaires. liv.	onc.	gros	gr.		Fractions décimales correſpondantes. liv.
2	»	»	»	=	2,0000000
	5	»	»	=	0,3125000
		3	»	=	0,0234375
			63	=	0,0068359
Total 2	5	3	63	=	2,3427734

Pour le produit B.

liv.	onc.	gros	gr.		liv.
1	»	»	»	=	1,0000000
	2	»	»	=	0,1250000
		7	»	=	0,0546875
			15	=	0,0016276
Total 1	2	7	15	=	1,1813151

Pour le produit C.

	Fractions vulgaires. onc.	gros	gr.		Fractions décimales correſpondantes. liv.
	3	»	»	=	0,1875000
		1	»	=	0,0078125
			37	=	0,0040148
Total	»	3	1	37	= 0,1993273

Pour le produit D.

	onc.	gros	gr.		liv.
	4	»	»	=	0,2500000
		3	»	=	0,0234375
			29	=	0,0031467
Total	»	4	3	29	= 0,2765842

En récapitulant ces réſultats, on aura en fractions décimales :

Pour le produit A	2,3427734
Pour le produit B	1,1813151
Pour le produit C	0,1993273
Pour le produit D	0,2765842
Total	4,0000000

Les produits ainſi exprimés en fractions décimales, ſont enſuite ſuſceptibles de toute eſpèce

de réduction & de calcul, & on n'eſt plus obligé de réduire continuellement en grains les nombres ſur leſquels on veut opérer, & de reformer enſuite avec ces mêmes nombres des livres, onces & gros.

La détermination du poids des matières & des produits, avant & après les expériences, étant la baſe de tout ce qu'on peut faire d'utile & d'exact en Chimie, on ne ſauroit y apporter trop d'exactitude. La première choſe, pour remplir cet objet, eſt de ſe munir de bons inſtrumens. On ne peut ſe diſpenſer d'avoir, pour opérer commodément, trois excellentes balances. La première doit peſer juſqu'à 15 & 20 livres, ſans fatiguer le fléau. Il n'eſt pas rare d'être obligé dans des expériences chimiques de déterminer à un demi-grain près ou un grain tout au plus la tarre & le poids de très-grands vaſes & d'appareils très-peſans. Il faut, pour arriver à ce degré de préciſion, des balances faites par un artiſte habile & avec des précautions particulières; il faut ſur-tout ſe faire une loi de ne jamais s'en ſervir dans un laboratoire où elles ſeroient immanquablement rouillées & gâtées: elles doivent être conſervées dans un cabinet ſéparé, où il n'entre jamais d'acides. Celles dont je me ſers ont été conſtruites par M. Fortin; leur fléau a trois pieds de long, & elles

réuniſſent toutes les sûretés & les commodités qu'on peut deſirer. Je ne crois pas que, à l'exception de celles de Ramſden, il en exiſte qui puiſſent leur être comparées pour la juſteſſe & pour la préciſion. Indépendamment de cette forte balance, j'en ai deux autres qui ſont bannies, comme la première, du laboratoire; l'une pèſe juſqu'à 18 ou 20 onces, à la préciſion du dixième de grain; la troiſième ne pèſe que juſqu'à un gros, & les 512es de grain y ſont très-ſenſibles.

Je donnerai à l'Académie, dans un Mémoire particulier, une deſcription de ces trois balances, avec des détails ſur le degré de préciſion qu'on en obtient.

Ces inſtrumens au ſurplus dont on ne doit ſe ſervir que pour les expériences de recherche, ne diſpenſent pas d'en avoir d'autres moins précieux pour les uſages courans du laboratoire. On y a continuellement beſoin d'une groſſe balance à fléau de fer peint en noir, qui puiſſe peſer des terrines entières pleines de liquide, & des quantités d'eau de 40 à 50 livres, à un demi-gros près; d'une ſeconde balance ſuſceptible de peſer juſqu'à 8 à 10 livres, à 12 ou 15 grains près; enfin d'une petite balance à la main, peſant environ une livre, à la préciſion du grain.

Mais ce n'eſt pas encore aſſez d'avoir d'excellentes balances ; il faut les connoître, les avoir étudiées, ſavoir s'en ſervir, & l'on n'y parvient que par un long uſage & avec beaucoup d'attention. Il eſt ſur-tout important de vérifier ſouvent les poids dont on ſe ſert : ceux fournis chez les balanciers ayant été ajuſtés avec des balances qui ne ſont pas extrêmement ſenſibles, ne ſe trouvent plus rigoureuſement exacts quand on les éprouve avec des balances auſſi parfaites que celles que je viens d'annoncer.

Ce ſeroit une excellente manière, pour éviter les erreurs dans les peſées, que de les répéter deux fois, en employant pour les unes des fractions vulgaires de livre, & pour les autres des fractions décimales.

Tels ſont les moyens qui ont paru juſqu'ici les plus propres à déterminer les quantités de matières employées dans les expériences, c'eſt-à-dire, pour me ſervir de l'expreſſion ordinaire, à déterminer le poids abſolu des corps. Mais en adoptant cette expreſſion, je ne puis me diſpenſer d'obſerver que, priſe dans un ſens ſtrict, elle n'eſt pas abſolument exacte. Il eſt certain qu'à la rigueur nous ne connoiſſons & nous ne pouvons connoître que des peſanteurs relatives; que nous ne pouvons les exprimer qu'en partant d'une unité convention-

nelle : il ſeroit donc plus vrai de dire que nous n'avons aucune meſure du poids abſolu des corps.

Paſſons maintenant à ce qui concerne la peſanteur ſpécifique. On a déſigné ſous ce nom le poids abſolu des corps diviſé par leur volume, ou ce qui revient au même, le poids que pèſe un volume déterminé d'un corps. C'eſt la peſanteur de l'eau qu'on a choiſie, en général, pour l'unité qui exprime ce genre de peſanteur. Ainſi quand on parle de la peſanteur ſpécifique de l'or, on dit qu'il eſt dix-neuf fois auſſi peſant que l'eau ; que l'acide ſulfurique concentré eſt deux fois auſſi peſant que l'eau, & ainſi des autres corps.

Il eſt d'autant plus commode de prendre ainſi la peſanteur de l'eau pour unité, que c'eſt preſque toujours dans l'eau que l'on pèſe les corps dont on veut déterminer la peſanteur ſpécifique. Si, par exemple, on ſe propoſe de reconnoître la peſanteur ſpécifique d'un morceau d'or pur écroui à coups de marteau, & ſi ce morceau d'or pèſe dans l'air 8 onces 4 gros 2 grains & demi, comme celui que M. Briſſon a éprouvé, page 5 de ſon Traité de la Peſanteur ſpécifique, on ſuſpend cet or à un fil métallique très-fin & aſſez fort cependant pour pouvoir le ſupporter ſans ſe rompre ; on attache ce fil

ſous

ſous le baſſin d'une balance hydroſtatique, & on pèſe l'or entièrement plongé dans un vaſe rempli d'eau. Le morceau d'or dont il eſt ici queſtion, a perdu dans l'expérience de M. Briſſon 3 gros 37 grains. Or, il eſt évident que le poids que perd un corps quand on l'a peſé dans l'eau, n'eſt autre que le poids du volume d'eau qu'il déplace, ou, ce qui eſt la même choſe, qu'un poids d'eau égal à ſon volume; d'où l'on peut conclure qu'à volume égal l'or pèſe 4898 grains & demi, & l'eau 253: ce qui donne 193617 pour la peſanteur ſpécifique de l'or, celle de l'eau étant ſuppoſée 10000. On peut opérer de la même manière pour toutes les ſubſtances ſolides.

Il eſt au ſurplus aſſez rare qu'on ait beſoin en Chimie de déterminer la peſanteur ſpécifique des corps ſolides, à moins qu'on ne travaille ſur les alliages ou ſur les verres métalliques: on a au contraire beſoin preſqu'à chaque inſtant de connoître la peſanteur ſpécifique des fluides, parce que c'eſt ſouvent le ſeul moyen qu'on ait de juger de leur degré de pureté & de concentration.

On peut également remplir ce dernier objet avec un très-grand degré de préciſion, au moyen de la balance hydroſtatique, & en peſant ſucceſſivement un corps ſolide, tel, par exemple,

qu'une boule de criſtal de roche ſuſpendue à un fil d'or très-fin, dans l'air & dans le fluide dont on veut déterminer la peſanteur ſpécifique. Le poids que perd la boule plongée dans le fluide, eſt celui d'un volume égal de ce fluide. En répétant ſucceſſivement cette opération dans l'eau & dans différens fluides, on peut par un calcul très-ſimple en conclure leur rapport de peſanteur ſpécifique, ſoit entr'eux, ſoit avec l'eau: mais ce moyen ne ſeroit pas encore ſuffiſamment exact, ou au moins il ſeroit très-embarraſſant à l'égard des liqueurs dont la peſanteur ſpécifique differe très-peu de celle de l'eau, par exemple, à l'égard des eaux minérales & de toutes celles en général qui ſont très-peu chargées de ſels.

Dans quelques travaux que j'ai entrepris ſur cet objet & qui ne ſont point encore publics, je me ſuis ſervi avec beaucoup d'avantages de pèſe-liqueurs très-ſenſibles & dont je vais donner une idée. Ils conſiſtent dans un cylindre creux A *b c f*, *planche VII*, *fig. 6*, de cuivre jaune, ou mieux encore d'argent, & leſté par le bas en *b c f* avec de l'étain. Ce pèſe-liqueur eſt ici repréſenté nageant dans un bocal *l m n o* rempli d'eau. A la partie ſupérieure du cylindre eſt adaptée une tige faite d'un fil d'argent de $\frac{1}{4}$ de ligne de diamètre tout au plus, & ſurmonté d'un

petit baſſin *d* deſtiné à recevoir des poids. On fait ſur cette tige une marque en *g*, dont on va expliquer l'uſage. On peut faire cet inſtrument de différentes dimenſions ; mais il n'eſt ſuffiſamment exact qu'autant qu'il déplace au moins quatre livres d'eau.

Le poids de l'étain dont cet inſtrument eſt leſté, doit être tel qu'il ſoit preſqu'en équilibre dans de l'eau diſtillée, & qu'il ne faille plus y ajouter pour le faire entrer juſqu'à la marque *g*, qu'un demi-gros ou un gros tout au plus.

On commence par déterminer une première fois avec beaucoup d'exactitude le poids de cet inſtrument & le nombre de gros ou de grains dont il faut le charger dans de l'eau diſtillée, à une température donnée pour le faire entrer juſqu'à la marque *g*. On fait la même opération dans toutes les eaux dont on veut connoître la peſanteur ſpécifique, & on rapporte enſuite par le calcul les différences au pied cube, à la pinte ou à la livre, ou bien on les réduit en fractions décimales. Cette méthode, jointe à quelques expériences faites avec les réactifs, eſt une des plus sûres pour déterminer la qualité des eaux, & on y apperçoit des différences qui auroient échappé aux analyſes chimiques les plus exactes. Je donnerai un jour le détail d'un grand travail que j'ai fait ſur cet objet.

Les pèſe-liqueurs métalliques ne peuvent ſervir que pour déterminer la peſanteur ſpécifique des eaux qui ne contiennent que des ſels neutres ou des ſubſtances alkalines : on peut auſſi en faire conſtruire de particuliers leſtés pour l'eſprit-de-vin & les liqueurs ſpiritueuſes. Mais toutes les fois qu'il eſt queſtion de déterminer la peſanteur ſpécifique des acides, on ne peut employer que du verre. On prend alors un cylindre creux de verre *a b c*, *planche VII, figure 14*, qu'on ferme hermétiquement à la lampe en *b c f*; on y ſoude dans ſa partie ſupérieure un tube capillaire *a d* ſurmonté par un petit baſſin *d*. On leſte cet inſtrument avec du mercure, & on en introduit plus ou moins, ſuivant la peſanteur des liqueurs qu'on ſe propoſe d'examiner. On peut introduire dans le tube *a d*, qui forme le col de cet inſtrument, une petite bande de papier qui porte des diviſions ; & quoique ces diviſions ne répondent pas aux mêmes fractions de grains dans des liqueurs dont la peſanteur ſpécifique eſt différente, elles ſont cependant commodes pour les évaluations.

Je ne m'étendrai pas davantage ſur les moyens qui ſervent pour déterminer, ſoit le poids abſolu, ſoit la peſanteur ſpécifique des ſolides & des liquides ; les inſtrumens qu'on emploie

à ce genre d'expériences, ſont entre les mains de tout le monde, on peut ſe les procurer aiſément, & de plus grands détails ſeroient inutiles. Il n'en ſera pas de même de la meſure des gaz : la plupart des inſtrumens dont je me ſers ne ſe trouvant nulle part & n'ayant été décrits dans aucun ouvrage, il m'a paru néceſſaire d'en donner une connoiſſance plus détaillée : c'eſt l'objet que je me ſuis propoſé dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE II.

De la Gazométrie, ou de la meſure du poids & du volume des ſubſtances aériformes.

§. I.

Deſcription des Appareils pneumato-chimiques.

LES Chimiſtes françois ont donné dans ces derniers tems le nom de *pneumato-chimique* à un appareil à la fois très-ingénieux & très-ſimple, imaginé par M. Prieſtley, & qui eſt devenu abſolument indiſpenſable dans tous les laboratoires. Il conſiſte en une caiſſe ou cuve de bois plus ou moins grande, *planche V, figures 1 & 2*, doublée de plomb laminé ou de feuilles de cuivre étamé. La *figure 1* repréſente cette cuve vue en perſpective; on en a ſuppoſé le devant & un des côtés enlevés dans la *figure 2*, afin de faire mieux ſentir la manière dont elle eſt conſtruite dans ſon intérieur.

On diſtingue dans tout appareil de cette eſpèce, la tablette de la cuve A B C D, *figures 1 & 2*, & le fond de la cuve F G H I, *fig. 2*. L'intervalle qui ſe trouve entre ces deux plans eſt la cuve proprement dite, ou la foſſe de la

cuve. C'eſt dans cette partie creuſe qu'on emplit les cloches : on les retourne enſuite & on les poſe ſur la tablette ABCD, *voyez* la cloche F, *planche X.* On peut encore diſtinguer les bords de la cuve, & l'on donne ce nom à tout ce qui excède le niveau de la tablette.

La cuve doit être ſuffiſamment remplie, pour que la tablette ſoit toujours recouverte d'un pouce ou d'un pouce & demi d'eau; elle doit avoir aſſez de largeur & de profondeur, pour qu'il y en ait alors au moins un pied en tout ſens dans la foſſe de la cuve. Cette quantité ſuffit pour les expériences ordinaires ; mais il eſt un grand nombre de circonſtances où il eſt commode, où il eſt même indiſpenſable de ſe donner encore plus d'eſpace. Je conſeille donc à ceux qui veulent s'occuper utilement & habituellement d'expériences de Chimie, de conſtruire très en grand ces appareils, ſi le local le leur permet. La foſſe de ma cuve principale contient quatre pieds cubes d'eau, & la ſurface de ſa tablette eſt de quatorze pieds quarrés. Malgré cette grandeur qui me paroiſſoit d'abord démeſurée, il m'arrive encore ſouvent de manquer de place.

Il ne ſuffit pas encore dans un laboratoire où l'on eſt livré à un courant habituel d'expériences, d'avoir un ſeul de ces appareils, quel-

que grand qu'il ſoit : il faut, indépendamment du magaſin général, en avoir de plus petits & de portatifs même, qu'on place où le beſoin l'exige & près du fourneau où l'on opère. Ce n'eſt qu'ainſi qu'on peut faire marcher pluſieurs expériences à la fois. Il y a d'ailleurs des opérations qui ſaliſſent l'eau de l'appareil, & qu'il eſt néceſſaire de faire dans une cuve particulière.

Il eſt ſans doute beaucoup plus économique de ſe ſervir de cuves de bois, ou de baquets cerclés de fer & faits tout ſimplement avec des douves, plutôt que d'employer des caiſſes de bois doublées de cuivre ou de plomb. Je m'en ſuis moi-même ſervi dans mes premières expériences ; mais j'ai bientôt reconnu les inconvéniens qui y ſont attachés. Si l'eau n'y eſt pas toujours entretenue au même niveau, les douves qui ſe trouvent à ſec prennent de la retraite ; elles ſe disjoignent, & quand on vient enſuite à mettre plus d'eau, elle s'échappe par les jointures, & les planchers ſont inondés.

Les vaiſſeaux dont on ſe ſert pour recevoir & pour contenir les gaz dans cet appareil, ſont des cloches de criſtal A, *figure 9*. Pour les tranſporter d'un appareil à un autre, ou même pour les mettre en réſerve quand la cuve eſt trop embarraſſée, on ſe ſert de plateaux

BC, *même figure*, garnis d'un rebord & de deux anſes DE, pour les tranſporter.

A l'égard de l'appareil pneumato-chimique au mercure, après avoir eſſayé d'en conſtruire de différentes matières, je me ſuis arrêté définitivement au marbre. Cette ſubſtance eſt abſolument imperméable au mercure; on n'a pas à craindre, comme avec le bois, que les aſſemblages ſe déjoignent, ou que le mercure s'échappe par des gerçures; on n'a point non plus l'inquiétude de la caſſure, comme avec le verre, la fayence & la porcelaine.

On choiſit donc un bloc de marbre BCDE, *planche V*, *figures 3 & 4*, de deux pieds de long, de 15 à 18 pouces de large, & de 10 pouces d'épaiſſeur; on le fait creuſer juſqu'à une profondeur *m n*, *figure 5*, d'environ quatre pouces, pour former la foſſe qui doit contenir le mercure: & pour qu'on puiſſe y remplir plus commodément les cloches ou jarres, on y fait creuſer en outre une profonde rigole TV, *figures 3, 4 & 5*, de quatre autres pouces au moins de profondeur: enfin, comme cette rigole pourroit être embarraſſante dans quelques expériences, il eſt bon qu'on puiſſe la boucher & la condamner à volonté, & l'on remplit cet objet au moyen de petites planches qui entrent dans une rainure *x y*, *figure 5*. Je me ſuis

déterminé à faire conſtruire deux cuves de marbre ſemblables à celle que je viens de décrire, mais de grandeurs différentes ; j'en ai toujours par ce moyen une des deux qui me ſert de réſervoir pour conſerver le mercure, & c'eſt de tous les réſervoirs le plus sûr & le moins ſujet aux accidens.

On peut opérer dans le mercure avec cet appareil, exactement comme dans l'eau : il faut ſeulement employer des cloches très-fortes & d'un petit diamètre, ou des tubes de criſtal qui ont un empâtement par le bas, comme celui repréſenté *fig. 7* ; les fayenciers qui les tiennent, les nomment eudiomètres. On voit une de ces cloches en place A, *fig. 5*, & ce qu'on nomme une jarre, *fig. 6*.

L'appareil pneumato-chimique au mercure eſt néceſſaire pour toutes les opérations où il ſe dégage des gaz ſuſceptibles d'être abſorbés par l'eau, & ce cas n'eſt pas rare, puiſqu'il a lieu généralement dans toutes les combuſtions, à l'exception de celle des métaux.

§. II. *Du Gazomètre.*

Je donne le nom de gazomètre à un inſtrument dont j'ai eu la première idée, & que j'avois fait exécuter dans la vue de former un ſoufflet qui pût fournir continuellement & uni-

formément un courant de gaz oxygène pour des expériences de fuſion. Depuis, nous avons fait, M. Meuſnier & moi, des corrections & des additions conſidérables à ce premier eſſai, & nous l'avons transformé en un inſtrument pour ainſi dire univerſel, dont il ſera difficile de ſe paſſer toutes les fois qu'on voudra faire des expériences exactes.

Le nom ſeul de cet inſtrument indique aſſez qu'il eſt deſtiné à meſurer le volume des gaz. Il conſiſte en un grand fléau de balance, de trois pieds de longueur D E, *planche VIII, fig. 1*, conſtruit en fer & très-fort. A chacune de ſes extrêmités D E, eſt ſolidement fixée une portion d'arc de cercle également en fer.

Ce fléau ne repoſe pas, comme dans les balances ordinaires, ſur un couteau ; on y a ſubſtitué un tourillon eylindrique d'acier F, *fig. 9*, qui porte ſur des rouleaux mobiles : on eſt parvenu ainſi à diminuer conſidérablement la réſiſtance qui pouvoit mettre obſtacle au libre mouvement de la machine, puiſque le frottement de la première eſpèce ſe trouve converti en un de la ſeconde. Ces rouleaux ſont en cuivre jaune & d'un grand diamètre : on a pris de plus la précaution de garnir les points qui ſupportent l'axe ou tourillon du fléau, avec des bandes de criſtal de roche. Toute cette ſuſpen-

ſion eſt établie ſur une colonne ſolide, de bois B C, *fig. 1.*

A l'extrêmité D de l'un des bras du fléau, eſt ſuſpendu un plateau de balance P, deſtiné à recevoir des poids. La chaîne qui eſt plate s'applique contre la circonférence de l'arc *n D o*, dans une rainure pratiquée à cet effet. A l'extrêmité E de l'autre bras du levier, eſt attachée une chaîne également plate *i k m*, qui par ſa conſtruction n'eſt pas ſuſceptible de s'allonger ni de ſe raccourcir, lorſqu'elle eſt plus ou moins chargée. A cette chaîne eſt adapté ſolidement en *i* un étrier de fer à trois branches *a i*, *c i*, *h i*, qui ſupporte une grande cloche A de cuivre battu, de 18 pouces de diamètre ſur environ 20 pouces de hauteur.

On a repréſenté toute cette machine en perſpective dans la *planche VIII*, *fig. 1*; on l'a ſuppoſée au contraire, *planche IX*, *fig. 2 & 4*, partagée en deux par un plan vertical, pour laiſſer voir l'intérieur. Tout autour de la cloche dans le bas, *planche IX*, *fig. 2*, eſt un rebord relevé en-dehors & qui forme une capacité partagée en différentes caſes 1, 2, 3, 4, &c. Ces caſes ſont deſtinées à recevoir des poids de plomb repréſentés ſéparément 1, 2, 3. Ils ſervent à augmenter la peſanteur de la cloche dans les cas où l'on a beſoin d'une preſſion

conſidérable, comme on le verra dans la ſuite; ces cas au ſurplus ſont extrêmement rares. La cloche cylindrique A eſt entièrement ouverte par ſon fond *d e*, *planc. IX*, *fig. 4*; elle eſt fermée par le haut au moyen d'une calotte de cuivre *a b c*, ouverte en *b f*, & fermée par le moyen d'un robinet *g*. Cette calotte, comme on le voit par l'inſpection des figures, n'eſt pas placée tout-à-fait à la partie ſupérieure du cylindre; elle eſt rentrée en-dedans de quelques pouces, afin que la cloche ne ſoit jamais plongée en entier ſous l'eau, & qu'elle n'en ſoit pas recouverte. Si j'étois dans le cas de faire reconſtruire un jour cette machine, je deſirerois que la calotte fût beaucoup plus ſurbaiſſée, de manière qu'elle ne formât preſque qu'un plan.

Cette cloche ou réſervoir à air eſt reçue dans un vaſe cylindrique L M N O, *planche VIII*, *figure 1*, également de cuivre & qui eſt plein d'eau.

Au milieu de ce vaſe cylindrique L M N O, *planche IX*, *fig. 4*, s'élèvent perpendiculairement deux tuyaux *ſ t*, *x y*, qui ſe rapprochent un peu l'un de l'autre par leur extrêmité ſupérieure *t y*. Ces tuyaux ſe prolongent juſqu'un peu au-deſſus du niveau du bord ſupérieur L M du vaſe L M N O. Quand la cloche *a b c d e* touche le fond N O, ils entrent d'un demi-

pouce environ dans la capacité conique *b*, qui conduit au robinet *g*.

La *figure 3*, *pl. IX*, repréſente le fond du vaſe L M N O. On voit au milieu une petite calotte ſphérique creuſe en-deſſous, aſſujettie & ſoudée par ſes bords au fond du vaſe. On peut la conſidérer comme le pavillon d'un petit entonnoir renverſé, auquel s'adaptent en *s* & en *x* les tuyaux *s t*, *x y*, *fig. 4*. Ces tuyaux ſe trouvent par ce moyen en communication avec ceux *m m*, *n n*, *o o*, *p p*, qui ſont placés horiſontalement ſur le fond de la machine, *fig. 3*, & qui, tous quatre, ſe réuniſſent dans la calotte ſphérique *s x*.

De ces quatre tuyaux, trois ſortent en-dehors du vaſe L M N O, & on peut les ſuivre *planche VIII*, *fig. 1*. L'un déſigné par les chiffres arabes 1, 2, 3, s'ajuſte en 3 avec la partie ſupérieure d'une cloche V, & par l'intermède du robinet 4. Cette cloche eſt poſée ſur la tablette d'une petite cuve G H I K, doublée de plomb & dont l'intérieur ſe voit *pl. IX*, *fig. 1*.

Le ſecond tuyau eſt appliqué contre le vaſe L M N O, de 6 en 7 : il ſe continue enſuite en 7, 8, 9 & 10, & vient s'engager en 11 ſous la cloche V. Le premier de ces deux tuyaux eſt deſtiné à introduire le gaz dans la machine ; le ſecond à en faire paſſer des eſſais

ſous des cloches. On détermine le gaz à entrer ou à ſortir, ſuivant le degré de preſſion qu'on donne, & on parvient à faire varier cette preſſion en chargeant plus ou moins le baſſin P. Lors donc qu'on veut introduire de l'air, on donne une preſſion nulle & quelquefois même négative. Lorſqu'au contraire on veut en faire ſortir, on augmente la preſſion juſqu'au degré où on le juge à propos.

Le troiſième tuyau 12, 13, 14, 15 eſt deſtiné à conduire l'air ou le gaz à telle diſtance qu'on le juge à propos pour les combuſtions, combinaiſons ou autres opérations de ce genre.

Pour entendre l'uſage du quatrième tuyau, il eſt néceſſaire que j'entre dans quelques explications. Je ſuppoſe que le vaſe L M N O, *fig.* 1, ſoit rempli d'eau, & que la cloche A ſoit en partie pleine d'air & en partie pleine d'eau : il eſt évident qu'on peut proportionner tellement les poids placés dans le baſſin P, qu'il y ait un juſte équilibre & que l'air ne tende ni à rentrer dans la cloche A, ni à en ſortir ; l'eau dans cette ſuppoſition ſera au même niveau en-dedans & au-dehors de la cloche. Il n'en ſera plus de même, ſitôt qu'on aura diminué le poids placé dans le baſſin P, & qu'il y aura preſſion du côté de la cloche : alors le niveau de l'eau ſera plus bas dans l'intérieur qu'à l'ex-

térieur de la cloche, & l'air de l'intérieur ſe trouvera plus chargé que celui du dehors, d'une quantité qui ſera meſurée exactement par le poids d'une colonne d'eau d'une hauteur égale à la différence des deux niveaux.

M. Meuſnier, en partant de cette obſervation, a imaginé d'en déduire un moyen de reconnoître dans tous les inſtans le degré de preſſion qu'éprouveroit l'air conténu dans la capacité de la cloche A, *planche VIII, fig. 1.* Il s'eſt ſervi à cet effet d'un ſiphon de verre à deux branches 19, 20, 21, 22 & 23, ſolidement maſtiqué en 19 & en 23. L'extrêmité 19 de ce ſiphon communique librement avec l'eau de la cuve ou vaſe extérieur. L'extrêmité 23 au contraire communique avec le quatrième tuyau dont je me ſuis réſervé il n'y a qu'un moment d'expliquer l'uſage, & par conſéquent avec l'air de l'intérieur de la cloche, par le tuyau *s t*, *pl. IX*, *fig. 4.* Enfin M. Meuſnier a maſtiqué en 16, *planche VIII*, *fig. 1*, un autre tube droit de verre 16, 17, 18, qui communique par ſon extrêmité 16 avec l'eau du vaſe extérieur: il eſt ouvert à l'air libre par ſon extrêmité ſupérieure 18.

Il eſt clair, d'après ces diſpoſitions, que l'eau doit ſe tenir dans le tube 16, 17 & 18, conſtamment au niveau de celle de la cuve ou vaſe

vaſe exterieur ; que l'eau au contraire dans la branche 19, 20 & 21, doit ſe tenir plus haut ou plus bas, ſuivant que l'air de l'intérieur de la cloche eſt plus ou moins preſſé que l'air extérieur, & que la différence de hauteur entre ces deux colonnes, obſervée dans le tube 16, 17 x 18, & dans celui 19, 20 & 21, doit donner exactement la meſure de la différence de preſſion. On a fait placer en conſéquence entre ces deux tubes une règle de cuivre graduée & diviſée en pouces & lignes, pour meſurer ces différences.

On conçoit que l'air & en général tous les fluides élaſtiques aériformes étant d'autant plus lourds qu'ils ſont plus comprimés, il étoit néceſſaire pour en évaluer les quantités & pour convertir les volumes en poids, d'en connoître l'état de compreſſion : c'eſt l'objet qu'on s'eſt propoſé de remplir par le méchaniſme qu'on vient d'expoſer.

Mais ce n'eſt pas encore aſſez pour connoître la peſanteur ſpécifique de l'air ou des gaz & pour déterminer leur poids ſous un volume connu, que de ſavoir quel eſt le degré de compreſſion qu'ils éprouvent, il faut encore en connoître la température, & c'eſt à quoi nous ſommes parvenus à l'aide d'un petit thermomètre dont la boule plonge dans la cloche A, & dont la

graduation s'élève en-dehors : il eſt ſolidement maſtiqué dans une virole de cuivre qui ſe viſſe à la calote ſupérieure de la cloche A. *Voyez 24 & 25, planche VIII, fig. 1, & pl. IX, fig. 4.* Ce même thermomètre eſt repréſenté ſéparément, *pl. VIII, fig. 10.*

L'uſage du gazomètre auroit encore préſenté de grands embarras & de grandes difficultés, ſi nous nous fuſſions bornés à ces ſeules précautions. La cloche, en s'enfonçant dans l'eau du vaſe extérieur L M N O, perd de ſon poids, & cette perte de poids eſt égale à celui de l'eau qu'elle déplace. Il en réſulte que la preſſion qu'éprouve l'air ou le gaz contenu dans la cloche, diminue continuellement à meſure qu'elle s'enfonce ; que le gaz qu'elle a fourni dans le premier inſtant, n'eſt pas de la même denſité que celui qu'elle fournit à la fin ; que ſa peſanteur ſpécifique va continuellement en décroiſſant ; &, quoiqu'à la rigueur ces différences puiſſent être déterminées par le calcul, on auroit été obligé à des recherches mathématiques qui auroient rendu l'uſage de cet appareil embarraſſant & difficile. Pour remédier à cet inconvénient, M. Meuſnier a imaginé d'élever perpendiculairement au milieu du fléau une tige quarrée de fer 26 & 27, *pl. VIII, fig. 1*, qui traverſe une lentille creuſe de cuivre 28, qu'on

ouvre & qu'on peut remplir de plomb. Cette lentille gliſſe le long de la tige 26 & 27; elle ſe meut par le moyen d'un pignon denté qui engraine dans une crémaillère, & elle ſe fixe à l'endroit qu'on juge à propos.

Il eſt clair que quand le levier DE eſt horiſontal, la lentille 28 ne pèſe ni d'un côté ni d'un autre; elle n'augmente donc ni ne diminue la preſſion. Il n'en eſt plus de même quand la cloche A s'enfonce davantage & que le levier s'incline d'un côté, comme on le voit *fig. 1.* Alors le poids 28 qui n'eſt plus dans la ligne verticale qui paſſe par le centre de ſuſpenſion, pèſe du côté de la cloche & augmente ſa preſſion. Cet effet eſt d'autant plus grand, que la lentille 28 eſt plus élevée vers 27, parce que le même poids exerce une action d'autant plus forte, qu'il eſt appliqué à l'extrêmité d'un levier plus long. On voit donc qu'en promenant le poids 28 le long de la tige 26 & 27, ſuivant laquelle il eſt mobile, on peut augmenter ou diminuer l'effet de la correction qu'il opère; & le calcul comme l'expérience, prouvent qu'on peut arriver au point de compenſer fort exactement la perte de poids que la cloche éprouve à tous les degrés de preſſion.

Je n'ai encore rien dit de la manière d'évaluer les quantités d'air ou de gaz fournies par

la machine, & cet article eſt de tous le plus important. Pour déterminer avec une rigoureuſe exactitude ce qui s'eſt dépenſé dans le cours d'une expérience, & réciproquement pour ſavoir ce qui en a été fourni, nous avons établi ſur l'arc de cercle qui termine le levier DE, *fig. 1*, un limbe de cuivre *l m* diviſé en degrés & demi-degrés; cet arc eſt fixé au levier DE, & il eſt emporté par un mouvement commun. On meſure les quantités dont il s'abaiſſe, au moyen d'un index fixe 29, 30, qui ſe termine en 30 par un *nonnius* qui donne les centièmes de degré.

On voit, *planche VIII*, les détails des différentes parties que nous venons de décrire.

1°. *Figure 2*, la chaîne plate qui ſoutient le baſſin de balance P; c'eſt celle de M. Vaucanſon : mais comme elle a l'inconvénient de s'allonger ou de ſe raccourcir ſuivant qu'elle eſt plus ou moins chargée, il y auroit eu de l'inconvénient à l'employer à la ſuſpenſion de la cloche A.

2°. *Figure 5*, la chaîne *i k m*, qui, dans la *figure 1* porte la cloche A : elle eſt toute formée de plaques de fer limées, enchevêtrées les unes dans les autres, & maintenues par des chevilles de fer. Quelque fardeau qu'on faſſe ſupporter à ce genre de chaîne, elle ne s'alonge pas ſenſiblement.

3°. *Figure 6*, l'étrier à trois branches, par le moyen duquel eſt ſuſpendue la cloche A avec des vis de rappel, pour la fixer dans une poſition bien verticale.

4°. *Figure 3*, la tige 26, 27, qui s'élève perpendiculairement au milieu du fléau, & qui porte la lentille 28.

5°. *Figures 7 & 8*, les rouleaux avec la bande *z* de criſtal de roche, ſur laquelle portent les contacts, pour diminuer encore le frottement.

6°. *Figure 4*, la pièce qui porte l'axe des rouleaux.

7°. *Figure 9*, le milieu du fléau avec le tourillon ſur lequel il eſt mobile.

8°. *Figure 10*, le thermomètre qui donne le degré de l'air contenu dans la cloche.

Quand on veut ſe ſervir du gazomètre qu'on vient de décrire, il faut commencer par remplir d'eau le vaſe extérieur L M N O, *planche VIII, fig. 1*, juſqu'à une hauteur déterminée, qui doit toujours être la même dans toutes les expériences. Le niveau de l'eau doit être pris quand le fléau de la machine eſt horiſontal. Ce niveau, quand la cloche eſt à fond, ſe trouve augmenté de toute la quantité d'eau qu'elle a déplacée; il diminue au contraire à meſure que la cloche approche de ſon plus haut point d'élévation. On cherche enſuite par tâtonne-

mens quelle eſt l'élévation à laquelle doit être fixée la lentille 28, pour que la preſſion ſoit égale dans toutes les poſitions du fléau. Je dis à peu près, parce que la correction n'eſt pas rigoureuſe, & que des différences d'un quart de ligne & même d'une demi-ligne ne ſont d'aucune conſéquence. Cette hauteur à laquelle il faut élever la lentille, n'eſt pas la même pour tous les degrés de preſſion ; elle varie ſuivant que cette preſſion eſt de 1 pouce, 2 pouces, 3 pouces, &c. Toutes ces déterminations doivent être écrites à meſure ſur un regiſtre avec beaucoup d'ordre.

Ces premières diſpoſitions faites, on prend une bouteille de huit à dix pintes, dont on détermine bien la capacité en peſant exactement la quantité d'eau qu'elle peut contenir. On renverſe cette bouteille ainſi pleine dans la cuve GHIK, *fig. 1*. On en poſe le gouleau ſur la tablette à la place de la cloche V, en engageant l'extrêmité 11 du tuyau 7, 8, 9, 10, 11 dans ſon gouleau. On établit la machine à zéro de preſſion, & on obſerve bien exactement le degré marqué par l'index ſur le limbe : puis ouvrant le robinet 8 & appuyant un peu ſur la cloche A, on fait paſſer autant d'air qu'il en faut pour remplir entièrement la bouteille. Alors on obſerve de nouveau le limbe, & on eſt en état

de calculer le nombre de pouces cubes qui répondent à chaque degré.

Après cette première bouteille on en remplit une ſeconde, une troiſième, &c. on recommence même pluſieurs fois cette opération, & même avec des bouteilles de diſférentes capacités ; & avec du tems & une ſcrupuleuſe attention on parvient à jauger la cloche A dans toutes ſes parties. Le mieux eſt de faire en ſorte qu'elle ſoit bien tournée & bien cylindrique, afin d'éviter les évaluations & les calculs.

L'inſtrument que je viens de décrire & que j'ai nommé gazomètre, a été conſtruit par M. Meignié le jeune, ingénieur, conſtructeur d'inſtrumens de phyſique, bréveté du Roi. Il y a apporté un ſoin, une exactitude & une intelligence rares. C'eſt un inſtrument précieux par le grand nombre des applications qu'on en peut faire, & parce qu'il eſt des expériences à peu près impoſſibles ſans lui. Ce qui le renchérit, c'eſt qu'un ſeul ne ſuffit pas, il le faut double dans un grand nombre de cas, comme dans la formation de l'eau, dans celle de l'acide nitreux, &c. C'eſt un effet inévitable de l'état de perfection dont la Chimie commence à s'approcher, que d'exiger des inſtrumens & des appareils diſpendieux & compliqués : il faut s'attacher ſans doute à les ſimpli-

fier, mais il ne faut pas que ce ſoit aux dépens de leur commodité & ſur-tout de leur exactitude.

§. III.

De quelques autres manières de meſurer le volume des Gaz.

Le gazomètre dont je viens de donner la deſcription dans le paragraphe précédent, eſt un inſtrument trop compliqué & trop cher, pour qu'on puiſſe l'employer habituellement à la meſure des gaz dans les laboratoires; il s'en faut même beaucoup qu'il ſoit applicable à toutes les circonſtances. Il faut pour une multitude d'expériences courantes, des moyens plus ſimples & qui ſoient, ſi l'on peut ſe permettre cette expreſſion, plus à la main. Je vais détailler ici ceux dont je me ſuis ſervi juſqu'au moment où j'ai eu un gazomètre à ma diſpoſition, & dont je me ſers encore aujourd'hui de préférence dans le cours ordinaire de mes expériences.

J'ai décrit dans le paragraphe premier de ce chapitre les appareils pneumato-chimiques à l'eau & au mercure. Ils conſiſtent, comme on l'a vu, en cuves plus ou moins grandes ſur la tablette deſquelles ſe poſent les cloches deſti-

nées à recevoir les gaz. Je ſuppoſe qu'à la ſuite d'une expérience quelconque, on ait dans un appareil de cette eſpèce un réſidu de gaz qui n'eſt abſorbable ni par l'alkali ni par l'eau, qui eſt contenu dans le haut d'une cloche A E F, *planche IV*, *fig. 3*, & dont on veut connoître le volume. On commence par marquer avec une grande exactitude par le moyen de bandes de papier la hauteur E F de l'eau ou du mercure. Il ne faut pas ſe contenter d'appliquer une ſeule marque d'un des côtés de la cloche, parce qu'il pourroit reſter de l'incertitude ſur le niveau du liquide : il en faut au moins trois ou même quatre en oppoſition les unes aux autres.

On doit enſuite, ſi c'eſt ſur du mercure qu'on opère, faire paſſer ſous la cloche de l'eau pour déplacer le mercure. Cette opération ſe fait facilement avec une bouteille qu'on emplit d'eau à raſe : on en bouche l'orifice avec le doigt, on la renverſe & on engage ſon col ſous la cloche ; puis retournant la bouteille, on en fait ſortir l'eau qui s'élève au-deſſus de la colonne de mercure & qui la déplace. Lorſque tout le mercure eſt ainſi déplacé, on verſe de l'eau ſur la cuve A B C D, de manière que le mercure en ſoit couvert d'un pouce environ. On paſſe une aſſiète ou un vaſe quelconque très-plat ſous la cloche, & on l'enlève pour la

tranſporter ſur une cuve à eau, *planc. V, figures 1 & 2.* Alors on tranſvaſe l'air dans une cloche qui a été graduée de la manière dont je vais l'expliquer, & on juge de la quantité du gaz par les graduations de la cloche.

A cette première manière de déterminer le volume du gaz, on peut en ſubſtituer une autre qu'il eſt bon d'employer comme moyen de vérification. L'air ou le gaz une fois tranſvaſé, on retourne la cloche qui le contenoit, & on y verſe de l'eau juſqu'aux marques E F; on pèſe cette eau, & de ſon poids on en conclut le volume, d'après cette donnée qu'un pied cube ou 1728 pouces d'eau pèſent 70 liv. On trouvera à la fin de cette troiſième partie une Table où ces réductions ſe trouvent toutes faites.

La manière de graduer les cloches eſt extrêmement facile, & je vais en donner le procédé afin que chacun puiſſe s'en procurer. Il eſt bon d'en avoir de pluſieurs grandeurs, & même un certain nombre de chaque grandeur, pour y avoir recours en cas d'accident.

On prend une cloche de criſtal un peu forte, longue & étroite; on l'emplit d'eau dans la cuve repréſentée *planche V, fig. 1*, & on la poſe ſur la tablette A B C D. On doit avoir une place déterminée qui ſerve conſtamment à

ce genre d'opération, afin que le niveau de la tablette ſur laquelle on poſe la cloche ſoit toujours le même ; on évite par-là preſque la ſeule erreur dont ce genre d'opération ſoit ſuſceptible.

D'un autre côté, on choiſit une bouteille à gouleau étroit qui, pleine à raſe, contienne juſte 6 onces 3 gros 61 grains d'eau, ce qui répond à un volume de 10 pouces cubiques. Si on ne trouvoit pas de bouteille qui eût préciſément cette capacité, on en prendroit une un peu plus grande, & on y couleroit un peu de cire fondue avec de la réſine, pour en diminuer la capacité : cette bouteille ſert d'étalon pour jauger la cloche, & voici comme on y procède. On fait paſſer l'air contenu dans cette bouteille dans la cloche qu'on ſe propoſe de graduer, puis on fait une marque à la hauteur juſqu'à laquelle eſt deſcendue l'eau. On ajoute une ſeconde meſure d'air & on fait une nouvelle marque ; on continue ainſi juſqu'à ce que toute l'eau de la cloche ait été déplacée. Il eſt important pendant le cours de cette opération, que la bouteille & la cloche ſoient maintenues conſtamment à la même température, & que cette température differe peu de celle de l'eau de la cuve. On doit donc éviter d'appliquer les mains ſur la cloche, ou au

moins de les y tenir long-tems, pour ne la pas échauffer : ſi même on craignoit qu'elle ne l'eût été, il faudroit verſer deſſus de l'eau de la cuve pour la rafraîchir. La hauteur du baromètre & du thermomètre eſt indifférente pour cette opération, pourvu qu'elle ne varie pas pendant qu'elle dure.

Lorſque les marques ont été ainſi placées de 10 pouces en 10 pouces ſur la cloche, on y trace une graduation avec une pointe de diamant emmanchée dans une petite tige de fer. On trouve des diamans ainſi montés pour un prix modique au Louvre, chez le ſucceſſeur de Paſſement. On peut graduer de la même manière des tubes de criſtal pour le mercure : on les diviſe alors de pouce en pouce & même de dixièmes de pouce en dixièmes de pouce. La bouteille qui ſert de jauge doit contenir juſte 8 onces 6 gros 25 grains de mercure ; c'eſt le poids équivalent à un pouce cubique.

Cette manière de déterminer les volumes d'air, au moyen d'une cloche graduée, comme on vient de l'expoſer, a l'avantage de n'exiger aucune correction pour la différence de hauteur qui exiſte entre le niveau de l'eau dans l'intérieur de la cloche, & celui de l'eau de la cuve : mais il ne diſpenſe pas des corrections relatives à la hauteur du baromètre & du ther-

momètre. Lorſqu'on détermine au contraire le volume de l'air par le poids de l'eau contenue juſqu'aux marques E F, on a une correction de plus à faire pour la différence des niveaux du fluide en-dedans & en-dehors de la cloche, comme je l'expliquerai dans le §. V de ce chapitre.

§. IV.

De la manière de ſéparer les unes des autres les différentes eſpèces de Gaz.

On n'a préſenté dans le paragraphe précédent qu'un cas des plus ſimples, celui où l'on ſe propoſe de déterminer le volume d'un gaz pur non abſorbable par l'eau: les expériences conduiſent ordinairement à des réſultats plus compliqués, & il n'eſt pas rare d'obtenir à la fois trois ou quatre eſpèces de gaz différentes. Je vais eſſayer de donner une idée de la manière dont on parvient à les ſéparer.

Je ſuppoſe que j'aye ſous la cloche A, *pl. IV, fig. 3*, une quantité A E F de différens gaz, mêlés enſemble & contenus par du mercure: on doit commencer par marquer exactement avec des bandes de papier, comme je l'ai preſcrit dans le paragraphe précédent, la hauteur du mercure: on fait enſuite paſſer ſous la cloche une très-petite quantité d'eau, d'un pouce

cubique, par exemple : ſi le mêlange de gaz contient du gaz acide muriatique ou du gaz acide ſulfureux, il y aura ſur-le-champ une abſorption très-conſidérable, parce que c'eſt une propriété de ces gaz d'être abſorbés en grande quantité par l'eau, ſur-tout le gaz acide muriatique. Si le pouce cube d'eau qui a été introduit ne produit qu'une très-légère abſorption & à peine égale à ſon volume, on en conclura que le mêlange ne contient ni gaz acide muriatique, ni gaz acide ſulfureux, ni même de gaz ammoniaque ; mais on commencera dès-lors à ſoupçonner qu'il eſt mêlangé de gaz acide carbonique, parce qu'en effet l'eau n'abſorbe de ce gaz qu'un volume à peu près égal au ſien. Pour vérifier ce ſoupçon, on introduira ſous la cloche de l'alkali cauſtique en liqueur : s'il y a du gaz acide carbonique, on obſervera une abſorption lente & qui durera pluſieurs heures ; l'acide carbonique ſe combinera avec l'alkali cauſtique ou potaſſe, & ce qui reſtera enſuite n'en contiendra pas ſenſiblement.

On n'oubliera pas à la ſuite de chaque expérience de coller des marques de papier ſur la cloche, à l'endroit où répondra la ſurface du mercure, & de les vernir dès qu'elles ſeront sèches, afin qu'on puiſſe plonger la cloche

dans l'eau ſans riſquer de les décoller. Il ſera également néceſſaire de tenir note de la différence de niveau entre le mercure de la cloche & celui de la cuve, ainſi que de la hauteur du baromètre & du degré du thermomètre.

Lorſqu'on aura ainſi abſorbé par l'eau & par la potaſſe tous les gaz qui en ſont ſuſceptibles, on fera paſſer de l'eau ſous la cloche pour en déplacer tout le mercure; on couvrira, comme je l'ai preſcrit dans le paragraphe précédent, le mercure de la cuve d'environ deux pouces d'eau; puis paſſant par-deſſous la cloche une aſſiète plate, on la tranſportera ſur la cuve pneumato-chimique à l'eau : là on déterminera la quantité d'air ou de gaz reſtant, en la faiſant paſſer dans une cloche graduée. Cela fait, on en prendra différens eſſais dans de petites jarres, & par des expériences préliminaires on cherchera à reconnoître quels ſont à peu près les gaz auxquels on a affaire. On introduira par exemple dans une des petites jarres remplie de ce gaz une bougie allumée, comme on le voit repréſenté *planche V, fig. 8.* Si la bougie ne s'y éteint pas, on en conclura qu'il contient du gaz oxygène, & même, ſuivant que la flamme de la bougie ſera plus ou moins éclatante, on pourra juger s'il en contient plus ou moins que l'air de l'atmoſphère. Dans le cas au contraire

où la bougie s'y éteindroit, on auroit une forte raiſon de préſumer que ce réſidu eſt, pour la plus grande partie, du gaz azote. Si à l'approche de la bougie le gaz s'enflamme & brûle paiſiblement à la ſurface avec une flamme de couleur blanche, on en conclura que c'eſt du gaz hydrogène pur; ſi elle eſt bleue, on aura lieu d'en conclure que ce gaz eſt carboniſé: enfin s'il brûle avec bruit & détonation, c'eſt un mêlange de gaz oxygène & de gaz hydrogène.

On peut encore mêler une portion du même gaz avec du gaz oxygène; s'il y a vapeurs rouges & abſorption, on en conclura qu'il contient du gaz nitreux.

Ces connoiſſances préliminaires donnent bien une idée de la qualité du gaz & de la nature du mêlange; mais elles ne ſuffiſent pas pour déterminer les proportions & les quantités. Il faut alors avoir recours à toutes les reſſources de l'analyſe, & c'eſt beaucoup que de ſavoir à peu près dans quel ſens il faut diriger ſes efforts. Je ſuppoſe que l'on ait reconnu que le réſidu ſur lequel on opère ſoit un mêlange de gaz azote & de gaz oxygène: pour en reconnoître la proportion, on en fait paſſer une quantité déterminée, 100 parties par exemple, dans un tube gradué de 10 à 12 lignes de diamètre:

mètre : on y introduit du ſulfure de potaſſe diſſous dans l'eau, & on laiſſe le gaz en contact avec cette liqueur ; elle abſorbe tout le gaz oxygène, & au bout de quelques jours il ne reſte que du gaz azote.

Si au contraire on a reconnu qu'on avoit affaire à du gaz hydrogène, on en fait paſſer une quantité déterminée dans un eudiomètre de Volta ; on y joint une première portion de gaz oxygène, qu'on fait détoner avec lui par l'étincelle électrique : on ajoute une ſeconde portion du même gaz oxygène, & on fait détoner de nouveau, & ainſi juſqu'à ce qu'on ait obtenu la plus grande diminution poſſible de volume. Il ſe forme, comme on ſait, dans cette détonation, de l'eau qui eſt abſorbée ſur-le-champ ; mais ſi le gaz hydrogène contenoit du carbone, il ſe forme en même tems de l'acide carbonique qui ne s'abſorbe pas auſſi promptement, & dont on peut reconnoître la quantité en facilitant ſon abſorption par l'agitation de l'eau.

Enfin ſi on a du gaz nitreux, on peut encore en déterminer la quantité, du moins à peu près, par une addition de gaz oxygène, & d'après la diminution du volume qui en réſulte.

Je m'en tiendrai à ces exemples généraux qui ſuffiſent pour donner une idée de ce genre

d'opérations. Un volume entier ne ſuffiroit pas, ſi l'on vouloit prévoir tous les cas. L'analyſe des gaz eſt un art avec lequel il faut ſe familiariſer; mais comme ils ont la plupart de l'affinité les uns avec les autres, il faut avouer qu'on n'eſt pas toujours sûr de les avoir complètement ſéparés. C'eſt alors qu'il faut changer de marche & de route, refaire d'autres expériences ſous une autre forme, introduire quelque nouvel agent dans la combinaiſon, en écarter d'autres, juſqu'à ce qu'on ſoit sûr d'avoir ſaiſi la vérité.

§. V.

Des corrections à faire au volume des Gaz obtenus dans les expériences, relativement à la preſſion de l'atmoſphère.

C'eſt une vérité donnée par l'expérience, que les fluides élaſtiques en général ſont compreſſibles en raiſon des poids dont ils ſont chargés. Il eſt poſſible que cette loi ſouffre quelqu'altération aux approches du degré de compreſſion qui ſeroit ſuffiſant pour les réduire à l'état liquide, & de même à un degré de dilatation ou de compreſſion extrême : mais nous ne ſommes pas près de ces limites pour la plupart des gaz que nous ſoumettons à des expériences.

Quand je dis que les fluides élaſtiques ſont

compreſſibles en raiſon des poids dont ils ſont chargés, voici comme il faut entendre cette propoſition.

Tout le monde ſait ce que c'eſt qu'un baromètre. C'eſt, à proprement parler, un ſiphon ABCD, *pl. XII, fig. 16*, plein de mercure dans la branche AB, plein d'air dans la branche BCD. Si l'on ſuppoſe mentalement cette branche BCD prolongée indéfiniment juſqu'au haut de notre atmoſphère, on verra clairement que le baromètre n'eſt autre choſe qu'une ſorte de balance, un inſtrument dans lequel on met une colonne de mercure en équilibre avec une colonne d'air. Mais il eſt facile de s'appercevoir que, pour que cet effet ait lieu, il eſt parfaitement inutile de prolonger la branche BCD à une auſſi grande hauteur, & que comme le baromètre eſt plongé dans l'air, la colonne AB de mercure ſera également en équilibre avec une colonne de même diamètre d'air de l'atmoſphère, quoique la branche du ſiphon BCD ſoit coupée en C & qu'on en retranche la partie CD.

La hauteur moyenne d'une colonne de mercure capable de faire équilibre avec le poids d'une colonne d'air priſe depuis le haut de l'atmoſphère juſqu'à la ſurface de la terre, eſt de 28 pouces de mercure, du moins à Paris & même dans les quartiers bas de la ville : ce qui

ſignifie en d'autres termes que l'air à la ſurface de la terre à Paris, eſt communément preſſé par un poids égal à celui d'une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur. C'eſt ce que j'ai voulu exprimer dans cet Ouvrage, lorſque j'ai dit en parlant des différens gaz, par exemple du gaz oxygène, qu'il peſoit 1 once 4 gros le pied cube, ſous une preſſion de 28 pouces. La hauteur de cette colonne de mercure diminue à meſure que l'on s'élève & qu'on s'éloigne de la ſurface de la terre, ou, pour parler plus rigoureuſement, de la ligne de niveau formée par la ſurface de la mer; parce qu'il n'y a que la colonne d'air ſupérieure au baromètre qui faſſe équilibre avec le mercure, & que la preſſion de toute la quantité d'air qui eſt au-deſſous du niveau où il eſt placé, eſt nulle par rapport à lui.

Mais, ſuivant quelle loi le baromètre baiſſe-t-il à meſure que l'on s'élève; ou, ce qui revient au même, quelle eſt la loi ſuivant laquelle les différentes couches de l'atmoſphère décroiſſent de denſité? C'eſt ce qui a beaucoup exercé la ſagacité des Phyſiciens du dernier ſiècle. L'expérience ſuivante a d'abord jetté beaucoup de lumière ſur cet objet.

& Si l'on prend un ſiphon de verre A B C D E, *planche XII, fig. 17*, fermé en E & ouvert

en A, & qu'on y introduiſe quelques gouttes de mercure pour intercepter la communication entre la branche A B & la branche B E, il eſt clair que l'air contenu dans la branche B C D E ſera preſſé comme tout l'air environnant par une colonne égale au poids de 28 pouces de mercure. Mais ſi on verſe du mercure dans la branche A B, juſqu'à 28 pouces de hauteur, il eſt clair que l'air de la branche B C D E ſera preſſé par un poids égal à deux fois 28 pouces de mercure; or l'expérience a démontré qu'alors au lieu d'occuper le volume total B E, il n'occupera plus que celui C E qui en eſt préciſément la moitié. Si à cette première colonne de 28 pouces de mercure, on en ajoute deux autres également de 28 pouces dans la branche A C, l'air de la branche B C D E ſera comprimé par quatre colonnes chacune égale au poids de 28 pouces de mercure, & il n'occupera plus que l'eſpace D E, c'eſt-à-dire, le quart du volume qu'il occupoit au commencement de l'expérience. De ces réſultats qu'on peut varier d'une infinité de manières, on en a déduit cette loi générale qui paroît applicable à tous les fluides élaſtiques, que leur volume décroît proportionnellement aux poids dont ils ſont chargés; ce qui peut auſſi s'énoncer en ces termes, que *le volume de tout fluide élaſtique eſt en raiſon in-*

verſe des poids dont il eſt comprimé. Les expériences faites pour la meſure des hautes montagnes ont pleinement confirmé l'exactitude de ces réſultats, & en ſuppoſant qu'ils s'écartent de la vérité, les différences ſont ſi exceſſivement petites qu'elles peuvent être regardées comme rigoureuſement nulles dans les expériences chimiques.

Cette loi de la compreſſion des fluides élaſtiques une fois bien entendue, il eſt aiſé d'en faire l'application aux corrections qu'il eſt indiſpenſable de faire au volume des airs ou gaz dans les expériences pneumato-chimiques. Ces corrections ſont de deux genres; les unes relatives à la variation du baromètre, les autres relatives à la colonne d'eau ou de mercure contenus dans les cloches. Je vais faire en ſorte de me rendre intelligible par des exemples: je commencerai par le cas le plus ſimple.

Je ſuppoſe qu'on ait obtenu 100 pouces de gaz oxygène à 10 degrés de température, le baromètre marquant 28 pouces 6 lignes. On peut demander deux choſes; la première quel eſt le volume que les 100 pouces occuperoient ſous une preſſion de 28 pouces, au lieu de 28 pouces 6 lignes; la ſeconde quel eſt le poids des 100 pouces de gaz obtenus?

Pour répondre à ces deux queſtions, on nommera x le nombre de pouces cubiques qu'oc-

cuperoient les 100 pouces de gaz oxygène, à la preſſion de 28 pouces; & puiſque les volumes ſont en raiſon inverſe des poids comprimans, on aura $100,^{\text{pouces}} : x :: \frac{1}{285} : \frac{1}{280}$; d'où l'on déduit aiſément $x = 101,786^{\text{pouces}}$. C'eſt-à-dire, que le même air qui n'occupoit qu'un eſpace de 100 pouces cubiques, ſous une preſſion de 28 pouces 6 lignes de mercure, en occuperoit un de $101,786^{\text{pouces}}$, à la preſſion de 28. Il n'eſt pas plus difficile de conclure le poids des mêmes 100 pouces d'air, ſous une preſſion de 28 pouces 6 lignes. Car puiſqu'ils répondent à $101,786^{\text{pouces}}$, à la preſſion de 28 pouces, & qu'à cette preſſion & à 10 degrés du thermomètre, le pouce cube de gaz oxygène pèſe un demi-grain; il s'en ſuit évidemment que les 100 pouces, ſous une preſſion de 28 pouces 6 lignes, pèſent $50,893^{\text{grains}}$. On auroit pu arriver directement à cette conſéquence par le raiſonnement qui ſuit: puiſque les volumes de l'air, & en général d'un fluide élaſtique quelconque, ſont en raiſon inverſe des poids qui le compriment, il en réſulte par une conſéquence néceſſaire que la peſanteur de ce même air doit croître proportionnellement au poids comprimant. Si donc, 100 pouces cubiques de gaz oxygène pèſent 50 grains, à la preſſion de 28 pouces, combien peſeront-ils à la preſſion de

$28{,}5^{\text{pouces}}$, on aura alors cette proportion, 28 : 50 : : 28,5 : x; d'où l'on conclura également $x = 50{,}893^{\text{grains}}$.

Je paſſe à un cas un peu plus compliqué. Je ſuppoſe que la cloche A, *planche XII, fig. 18*, contienne un gaz quelconque dans ſa partie ſupérieure A C D; que le reſte de cette même cloche ſoit rempli de mercure au-deſſous de C D, & que le tout ſoit plongé dans un baſſin G H I K contenant du mercure juſqu'en E F. Enfin, je ſuppoſe encore que la différence C E de la hauteur du mercure dans la cloche & dans le baſſin ſoit de 6 pouces, & que la hauteur du baromètre ſoit de 27 pouces 6 lignes. Il eſt clair que d'après ces données, l'air contenu dans la capacité A C D eſt preſſé par le poids de l'atmoſphère, diminué du poids de la colonne de mercure C E. La force qui le preſſe eſt donc égale à $27{,}5^{\text{pouces}} - 6^{\text{pouces}} = 21{,}5^{\text{pouces}}$. Cet air eſt donc moins preſſé que ne l'eſt l'air de l'atmoſphère à la hauteur moyenne du baromètre : il occupe donc plus d'eſpace qu'il n'en devroit occuper, & la différence eſt préciſément proportionnelle à la différence des poids qui le compriment. Si donc après avoir meſuré l'eſpace A B C, on l'a trouvé, par exemple, de 120 pouces cubiques, il faudra

pour ramener le volume du gaz à celui qu'il occuperoit, à une preſſion de 28 pouces, faire la proportion ſuivante : 120 pouces eſt au volume cherché que j'appellerai x, comme $\frac{1}{21,5}$ eſt à $\frac{1}{28}$; d'où l'on déduira $x = \frac{120 \times 21,5}{28} = 92,143$ pouces.

On a le choix dans ces ſortes de calculs, ou de réduire en lignes la hauteur du baromètre, ainſi que la différence du niveau du mercure en-dedans & en-dehors de la cloche, ou de l'exprimer en fractions décimales de pouces. Je préfère ce dernier parti, qui rend le calcul plus court & plus facile. On ne doit point négliger les méthodes d'abréviations pour les opérations qui ſe répètent ſouvent : j'ai joint en conſéquence à la ſuite de cette troiſième partie, ſous le N°. IV, une table qui exprime les fractions décimales de pouces correſpondantes aux lignes & fractions de lignes. Rien ne ſera plus aiſé, d'après cette table, que de réduire en fractions décimales de pouces les hauteurs du mercure qu'on aura obſervées en lignes.

On a des corrections ſemblables à faire lorſqu'on opère dans l'appareil pneumato-chimique à l'eau. Il faut également, pour obtenir des réſultats rigoureux, tenir compte de la dif-

férence de hauteur de l'eau en-dehors & en-dedans de la cloche. Mais, comme c'eſt en pouces & lignes du baromètre, & par conſéquent en pouces & lignes de mercure, que s'exprime la preſſion de l'atmoſphère, & qu'on ne peut additionner enſemble que des quantités homogènes, on eſt obligé de réduire les différences de niveau exprimées en pouces & lignes d'eau, en une hauteur équivalente de mercure. On part, pour cette converſion, de cette donnée, que le mercure eſt 13,5681 fois auſſi peſant que l'eau. On trouve à la fin de cet Ouvrage ſous le N°. V, une table à l'aide de laquelle on peut faire promptement & facilement cette réduction.

§. VI.

Des Corrections relatives aux différens degrés du Thermomètre.

De même que pour avoir le poids de l'air & des gaz il eſt néceſſaire de les réduire à une preſſion conſtante, telle que celle de 28 pouces de mercure; de même auſſi il eſt néceſſaire de les réduire à une température déterminée: car puiſque les fluides élaſtiques ſont ſuſceptibles de ſe dilater par la chaleur & de ſe condenſer par le froid, il en réſulte néceſſairement qu'ils changent de denſité, & que leur peſan-

teur n'eſt plus la même ſous un volume donné. La température de 10 degrés étant moyenne entre les chaleurs de l'été & les froids de l'hiver, cette température étant celle des ſouterrains, & celle en même tems dont il eſt le plus facile de ſe rapprocher dans preſque toutes les ſaiſons de l'année, c'eſt celle que j'ai choiſie pour y ramener les airs ou gaz.

M. de Luc a trouvé que l'air de l'atmoſphère augmentoit de $\frac{1}{215}$ de ſon volume par chaque degré du thermomètre à mercure diviſé en 81 degrés de la glace à l'eau bouillante; ce qui donne pour un degré du thermomètre à mercure diviſé en 80 parties, $\frac{1}{217}$ Les expériences de M. Monge ſembleroient annoncer que le gaz hydrogène eſt ſuſceptible d'une dilatation un peu plus forte; il l'a trouvée de $\frac{1}{180}$. A l'égard de la dilatation des autres gaz, nous n'avons pas encore d'expériences très-exactes; celles du moins qui exiſtent n'ont pas été publiées. Il paroît cependant, à en juger par les tentatives que l'on connoît, que leur dilatabilité s'éloigne peu de celle de l'air commun. Je crois donc pouvoir ſuppoſer que l'air de l'atmoſphère ſe dilate de $\frac{1}{210}$ par chaque degré du thermomètre, & le gaz hydrogène de $\frac{1}{190}$: mais comme il reſte quelque incertitude ſur ces détermina-

tions, il faut, autant qu'il eſt poſſible, n'opérer qu'à une température peu éloignée de 10 degrés. Les erreurs qu'on peut alors commettre dans des corrections relatives au degré du thermomètre, ne ſont d'aucune conſéquence.

Le calcul à faire pour ces corrections eſt extrêmement facile; il conſiſte à diviſer le volume de l'air obtenu par 210, & à multiplier le nombre trouvé par celui des degrés du thermomètre ſupérieur ou inférieur à 10 degrés. Cette correction eſt négative au-deſſus de dix degrés, & additive au-deſſous. Le réſultat qu'on obtient eſt le volume réel de l'air à la température de 10 degrés.

On abrège & on facilite beaucoup tous ces calculs, en employant des tables de logarithmes.

§. VII.

Modèle de calcul pour les Corrections relatives au degré de preſſion & de température.

Maintenant que j'ai indiqué la manière de déterminer le volume des airs ou gaz & de faire à ce volume les corrections relatives à la preſſion & à la température, il me reſte à donner un exemple pris dans un cas compliqué, afin de mieux faire ſentir l'uſage des tables qui ſe trouvent à la fin de cet Ouvrage.

Exemple.

On a renfermé dans une cloche A, *pl. IV*, *fig. 3*, une quantité d'air AEF, qui s'eſt trouvée occuper un volume de 353 pouces cubiques. Cet air étoit contenu par de l'eau, & la hauteur EL de la colonne d'eau dans l'intérieur de la cloche étoit de 4 pouces & demi au-deſſus du niveau de celle de la cuve; enfin le baromètre étoit à 27 pouces 9 lignes & demie, & le thermomètre à 15 degrés.

On a brûlé dans cet air une ſubſtance quelconque, telle que du phoſphore, dont le réſultat eſt l'acide phoſphorique qui, loin d'être dans l'état de gaz, eſt au contraire dans l'état concret. L'air reſtant après la combuſtion occupoit un volume de 295 pouces; la hauteur de l'eau dans l'intérieur de la cloche étoit de 7 pouces au-deſſus de celle de la cuve, le baromètre à 27 pouces 9 lignes $\frac{1}{4}$, & le thermomètre à 16 degrés.

Il eſt queſtion, d'après ces données, de déterminer quel eſt le volume de l'air avant & après la combuſtion, & d'en conclure le volume de la partie qui a été abſorbée.

Calcul avant la combuſtion.

L'air contenu dans la cloche occupoit un volume de 353 pouces.

Mais il n'étoit preſſé que par une colonne de 27 pouces 9 lignes $\frac{1}{2}$, ou en fractions décimales de pouces (*voyez* table, N°. IV.) de ..... pouces 27,79167

Sur quoi il y a encore à déduire la différence de niveau de 4 pouces $\frac{1}{2}$ d'eau; ce qui répond en mercure (*voyez* la table, N°. V.) à 0,33166

La preſſion réelle dont cet air étoit chargé, n'étoit donc que de... 27,46001

Le volume des fluides élaſtiques diminuant en général en raiſon inverſe des poids qui les compriment, il eſt clair, d'après ce que nous avons dit plus haut, que pour avoir le volume des 353 pouces ſous une preſſion de 28 pouces, il faudra dire:

$$353^{\text{pouces}} : x :: \frac{1}{27,46001} : \frac{1}{28}$$

D'où l'on conclura:

$$x = \frac{353 \times 27,46001}{28} = 346,192^{\text{pouces}}.$$

C'eſt le volume qu'auroit occupé ce même air ſous une preſſion de vingt-huit pouces. Le 210e de ce volume égale $1,650^{\text{pouce}}$; ce qui donne pour les 5 degrés ſupérieurs au dixième degré du thermomètre, $8,255^{\text{pouces}}$; & comme cette correction eſt

ſouſtractive, on en conclura que le volume de l'air, toute correction faite, étoit avant la combuſtion de 337,942 pouces.

Calcul après la combuſtion.

En faiſant le même calcul ſur le volume de l'air après la combuſtion, on trouvera que la preſſion étoit alors de 27,77083 pouces — 0,51593 pouces = 27,25490 pouces. Ainſi, pour avoir le volume de l'air à 28 pouces de preſſion, il faudra multiplier 295 pouces, volume trouvé après la combuſtion, par 27,25490 pouces, & le diviſer par 28; ce qui donnera pour le volume corrigé, 287,150 pouces.

Le 210e de ce volume eſt 1,368 pouce, qui, multiplié par ſix degrés, donne pour correction négative de la température, 8,208 pouces.

D'où il réſulte que le volume de l'air, toutes corrections faites, étoit après la combuſtion de 278,942 pouces.

Réſultat.

Le volume, toutes corrections faites, avant la combuſtion étoit de..... 337,942 pouces

Il étoit après la combuſtion de... 278,942

Donc quantité d'air abſorbée par la combuſtion du phoſphore..... 59,000

§. VIII.

De la manière de déterminer le poids abſolu des differens Gaz.

Dans tout ce que je viens d'expoſer ſur la manière de meſurer le volume des gaz & d'y faire les corrections relatives au degré de preſſion & de température, j'ai ſuppoſé qu'on en connoiſſoit la peſanteur ſpécifique, & qu'on pouvoit en conclure leur poids abſolu : il me reſte à donner une idée des moyens par leſquels on peut parvenir à cette connoiſſance.

On a un grand ballon A, *planc. V, fig. 10*, dont la capacité doit être d'un demi-pied cubé, c'eſt-à-dire, de 17 à 18 pintes au moins ; on y maſtique une virole de cuivre *b c d e* à laquelle s'adapte à vis en *de*, une platine à laquelle tient un robinet *f g*. Enfin le tout ſe viſſe, au moyen d'un double écrou repréſenté, *figure 12*, ſur une cloche B C D dont la capacité doit être de quelques pintes plus grande que celle du ballon. Cette cloche eſt ouverte par le haut, & ſa tubulure eſt garnie d'une virole de cuivre *h i*, & d'un robinet *l* ; un de ces robinets eſt repréſenté ſéparément, *figure 11*.

La première opération à faire eſt de déterminer la capacité de ce ballon ; on y parvient en

l'empliſſant d'eau, & en le peſant pour en connoître la quantité. Enſuite on vuide l'eau, & on sèche le ballon en y introduiſant un linge par l'ouverture *d e*; les derniers veſtiges d'humidité diſparoiſſent d'ailleurs, lorſqu'on a fait un ou deux fois le vuide dans le ballon.

Quand on veut déterminer la peſanteur d'un gaz, on viſſe le ballon A ſur la platine de la machine pneumatique, au-deſſous du robinet *f g*. On ouvre ce même robinet, & on fait le vuide du mieux qu'il eſt poſſible, ayant grand ſoin d'obſerver la hauteur à laquelle deſcend le baromètre d'épreuve. Le vuide fait, on referme le robinet, on pèſe le ballon avec une ſcrupuleuſe exactitude, après quoi on le reviſſe ſur la cloche BCD, qu'on ſuppoſe placée ſur la tablette de la cuve ABCD, *même planche*, *fig. 1*. On fait paſſer dans cette cloche le gaz qu'on veut peſer; puis ouvrant le robinet *f g* & le robinet *l m*, le gaz contenu dans la cloche paſſe dans le ballon A : en même tems l'eau remonte dans la cloche BCD. Il eſt néceſſaire, ſi l'on veut éviter une correction embarraſſante, d'enfoncer la cloche dans la cuve juſqu'à ce que le niveau de l'eau extérieure concoure avec celui de l'eau contenue dans l'intérieur de la cloche. Alors on ferme les robinets, on déviſſe le ballon & on le repèſe. Le poids, déduction faite

de celui du ballon vuide, donne la peſanteur du volume d'air ou de gaz qu'il contient. En multipliant ce poids par 1728 pouces, & diviſant le produit par un nombre de pouces cubes égal à la capacité du ballon, on a le poids du pied cube du gaz mis en expérience.

Il eſt néceſſaire de tenir compte dans ces déterminations de la hauteur du baromètre & du degré du thermomètre ; après quoi rien n'eſt plus aiſé que de ramener le poids du pied cube qu'on a trouvé à celui qu'auroit eu le même gaz à 28 pouces de preſſion & à 10 degrés du thermomètre. J'ai donné dans le paragraphe précédent le détail des calculs qu'exige cette opération.

Il ne faut pas négliger non plus de tenir compte de la petite portion d'air reſtée dans le ballon, quand on a fait le vuide ; portion qu'il eſt facile d'évaluer, d'après la hauteur à laquelle s'eſt ſoutenu le baromètre d'épreuve. Si cette hauteur étoit, par exemple, d'un centième de la hauteur totale du baromètre, il en faudroit conclure qu'il eſt reſté un centième d'air dans le ballon, & le volume du gaz qui y avoit été introduit ne ſeroit plus que des $\frac{99}{100}$ du volume total du ballon.

CHAPITRE III.

Des Appareils relatifs à la meſure du Calorique.

Deſcription du Calorimètre.

L'APPAREIL dont je vais eſſayer de donner une idée a été décrit dans un mémoire que nous avons publié M. de la Place & moi dans le recueil de l'Académie, année 1780, page 355. C'eſt de ce mémoire que ſera extrait tout ce que contient cet article.

Si après avoir refroidi un corps quelconque à zéro du thermomètre, on l'expoſe dans une atmoſphère, dont la température ſoit de 25 degrés au-deſſus du terme de la congélation, il s'échauffera inſenſiblement depuis ſa ſurface juſqu'à ſon centre, & ſe rapprochera peu-à-peu de la température de 25 degrés qui eſt celle du fluide environnant.

Il n'en ſera pas de même d'une maſſe de glace qu'on auroit placée dans la même atmoſphère: elle ne ſe rapprochera nullement de la température de l'air ambiant, mais elle reſtera conſtamment à zéro de température, c'eſt-à-dire,

à la glace fondante, & ce, juſqu'à ce que le dernier atôme de glace ſoit fondu.

La raiſon de ce phénomène eſt facile à concevoir : il faut pour fondre de la glace, & pour la convertir en eau, qu'il s'y combine une certaine proportion de calorique. En conſéquence, tout le calorique des corps environnans s'arrête à la ſurface de la glace où il eſt employé à la fondre : cette première couche fondue, la nouvelle quantité de calorique qui ſurvient en fond une ſeconde, & elle ſe combine également avec elle pour la convertir en eau, & ainſi ſucceſſivement de ſurfaces en ſurfaces, juſqu'au dernier atôme de glace qui ſera encore à zéro du thermomètre, parce que le calorique n'aura pas encore pu y pénétrer.

Que l'on imagine d'après cela une ſphère de glace creuſe, à la température de zéro degré du thermomètre ; que l'on place cette ſphère de glace dans une atmoſphère, dont la température ſoit, par exemple, de 10 degrés au-deſſus de la congélation, & qu'on place dans ſon intérieur un corps échauffé d'un nombre de degrés quelconques : il ſuit de ce qu'on vient d'expoſer deux conſéquences ; 1°. que la chaleur extérieure ne pénétrera pas dans l'intérieur de la ſphère ; 2°. que la chaleur d'un corps placé dans ſon intérieur ne ſe perdra pas non

plus au-dehors; mais qu'elle s'arrêtera à la ſurface intérieure de la cavité, où elle ſera continuellement employée à fondre de nouvelles couches de glace, juſqu'à ce que la température du corps ſoit parvenue à zéro du thermomètre.

Si on recueille avec ſoin l'eau qui ſe ſera formée dans l'intérieur de la ſphère de glace, lorſque la température du corps placé dans ſon intérieur ſera parvenue à zéro du thermomètre, ſon poids ſera exactement proportionnel à la quantité de calorique que ce corps aura perdue, en paſſant de ſa température primitive à celle de la glace fondante; car il eſt clair qu'une quantité double de calorique doit fondre une quantité double de glace; en ſorte que la quantité de glace fondue eſt une meſure très-préciſe de la quantité de calorique employée à produire cet effet.

On n'a conſidéré ce qui ſe paſſoit dans une ſphère de glace que pour mieux faire entendre la méthode que nous avons employée dans ce genre d'expériences, dont la première idée appartient à M. de la Place. Il ſeroit difficile de ſe procurer de ſemblables ſphères, & elles auroient beaucoup d'inconvéniens dans la pratique; mais nous y avons ſuppléé au moyen de l'appareil ſuivant, auquel je donnerai le

nom de calorimètre. Je conviens que c'eſt s'expoſer à une critique, juſqu'à un certain point fondée, que de réunir ainſi deux dénominations, l'une dérivée du latin, l'autre dérivée du grec; mais j'ai cru qu'en matière de ſcience on pouvoit ſe permettre moins de pureté dans le langage, pour obtenir plus de clarté dans les idées; & en effet je n'aurois pu employer un mot compoſé entièrement tiré du grec, ſans trop me rapprocher du nom d'autres inſtrumens connus, & qui ont un uſage & un but tout différent.

La figure première de la planche VI repréſente le calorimètre vu en perſpective. La figure 2 de la même planche repréſente ſa coupe horiſontale, & la figure 3 une coupe verticale qui laiſſe voir tout ſon intérieur. Sa capacité eſt diviſée en trois parties; pour mieux me faire entendre, je les diſtinguerai par les noms de *capacité intérieure*, *capacité moyenne*, & *capacité extérieure*. La capacité intérieure *ffff*, *fig. 3*, *pl. VI*, eſt formée d'un grillage de fil de fer, ſoutenu par quelques montans du même métal; c'eſt dans cette capacité que l'on place les corps ſoumis à l'expérience: ſa partie ſupérieure L M ſe ferme au moyen d'un couvercle G H repréſenté ſéparément, *figure 4*. Il eſt entièrement ouvert par-deſſus, & le deſ-

ſous eſt formé d'un grillage de fil de fer.

La capacité moyenne *b b b b b*, *figures* 2 & 3, eſt deſtinée à contenir la glace qui doit environner la capacité intérieure, & que doit fondre le calorique du corps mis en expérience : cette glace eſt ſupportée & retenue par une grille *m m* ſous laquelle eſt un tamis *n n* ; l'un & l'autre ſont repréſentés ſéparément, *figures* 5 & 6. A meſure que la glace eſt fondue par le calorique qui ſe dégage du corps placé dans la capacité intérieure, l'eau coule à travers la grille & le tamis ; elle tombe enſuite le long du cône *c c d*, *figure* 3, & du tuyau *x y*, & ſe raſſemble dans le vaſe F, *figure* 1, placé au-deſſous de la machine ; *u* eſt un robinet au moyen duquel on peut arrêter à volonté l'écoulement de l'eau intérieure. Enfin la capacité extérieure *a a a a a*, *fig.* 2 & 3 eſt deſtinée à recevoir la glace qui doit arrêter l'effet de la chaleur de l'air extérieur & des corps environnans : l'eau que produit la fonte de cette glace, coule le long du tuyau *s* T que l'on peut ouvrir ou fermer au moyen du robinet *r*. Toute la machine eſt recouverte par le couvercle F F, *fig.* 7, entièrement ouvert dans ſa partie ſupérieure, & fermé dans ſa partie inférieure ; elle eſt compoſée de fer-blanc peint à l'huile pour le garantir de la rouille.

Pour mettre le calorimètre en expérience, on remplit de glace pilée la capacité moyenne *bbbbb*, & le couvercle G H de la capacité intérieure, la capacité extérieure *aaaa*, & le couvercle F F, *figure 7*, de toute la machine. On la preſſe fortement pour qu'il ne reſte point de parties vuides, puis on laiſſe égouter la glace intérieure; après quoi on ouvre la machine pour y placer le corps que l'on veut mettre en expérience, & on la referme ſur le champ. On attend que le corps ſoit entièrement refroidi, & que la glace qui a fondu ſoit ſuffiſamment égoutée; enſuite on pèſe l'eau qui s'eſt raſſemblée dans le vaſe F, *fig. 1*: ſon poids eſt une meſure exacte de la quantité de calorique dégagée du corps, pendant qu'il s'eſt refroidi; car il eſt viſible que ce corps eſt dans la même poſition qu'au centre de la ſphère dont nous venons de parler, puiſque tout le calorique qui s'en dégage eſt arrêté par la glace intérieure, & que cette glace eſt garantie de l'impreſſion de toute autre chaleur, par la glace renfermée dans le couvercle & dans la capacité extérieure.

Les expériences de ce genre durent quinze, dix-huit & vingt heures; quelquefois pour les accélérer, on place de la glace bien égoutée dans la capacité intérieure, & on en couvre les corps que l'on veut refroidir.

La figure 8 repréſente un ſeau de tôle deſtiné à recevoir les corps ſur leſquels on veut opérer; il eſt garni d'un couvercle percé dans ſon milieu, & fermé avec un bouchon de liége, traverſé par le tube d'un petit thermomètre.

La figure 9 de la même planche repréſente un matras de verre dont le bouchon eſt également traverſé par le tube d'un petit thermomètre, dont la boule & une partie du tube plonge dans la liqueur; il faut ſe ſervir de ſemblables matras toutes les fois que l'on opère ſur les acides, & en général ſur les ſubſtances qui peuvent avoir quelque action ſur les métaux.

R S, *figure 10*, eſt un petit cylindre creux que l'on place au fond de la capacité intérieure pour ſoutenir les matras.

Il eſt eſſentiel que dans cette machine, il n'y ait aucune communication entre la capacité moyenne & la capacité extérieure; ce que l'on éprouvera facilement en rempliſſant d'eau la capacité extérieure. S'il exiſtoit une communication entre ces capacités, la glace fondue par l'atmoſphère dont la chaleur agit ſur l'enveloppe de la capacité extérieure, pourroit paſſer dans la capacité moyenne, & alors l'eau qui s'écouleroit de cette dernière capacité, ne ſeroit plus la meſure du calorique perdu par le corps mis en expérience.

Lorſque la température de l'atmoſphère n'eſt que de quelques degrés au-deſſus de zéro, ſa chaleur ne peut parvenir que très-difficilement juſque dans la capacité moyenne, puiſqu'elle eſt arrêtée par la glace du couvercle & de la capacité extérieure; mais ſi la température extérieure étoit au-deſſous de zéro, l'atmoſphère pourroit refroidir la glace intérieure; il eſt donc eſſentiel d'opérer dans une atmoſphère dont la température ne ſoit pas au-deſſous de zéro: ainſi dans un tems de gelée, il faudra renfermer la machine dans un appartement dont on aura ſoin d'échauffer l'intérieur. Il eſt encore néceſſaire que la glace dont on fait uſage, ne ſoit pas au-deſſous de zéro; ſi elle étoit dans ce cas, il faudroit la piler, l'étendre par couches fort minces, & la tenir ainſi pendant quelque tems dans un lieu dont la température fût au-deſſus de zéro.

La glace intérieure retient toujours une petite quantité d'eau qui adhère à ſa ſurface, & l'on pourroit croire que cette eau doit entrer dans le réſultat des expériences: mais il faut obſerver qu'au commencement de chaque expérience, la glace eſt déja imbibée de toute la quantité d'eau qu'elle peut ainſi retenir; en ſorte que ſi une petite partie de la glace fondue par le corps, reſte adhérente à la glace intérieure,

la même quantité, à très-peu près, d'eau primitivement adhérente à la ſurface de la glace, doit s'en détacher & couler dans le vaſe : car la ſurface de la glace intérieure change extrêmement peu dans l'expérience.

Quelques précautions que nous ayons priſes, il nous a été impoſſible d'empêcher l'air extérieur de pénétrer dans la capacité interieure, lorſque la température étoit à 9 ou 10 degrés, au-deſſus de la congélation. L'air renfermé dans cette capacité étant alors ſpécifiquement plus peſant que l'air extérieur, il s'écoule par le tuyau *xy*, *fig. 3*, & il eſt remplacé par l'air extérieur qui entre dans le calorimètre, & qui dépoſe une partie de ſon calorique ſur la glace intérieure : il s'établit ainſi dans la machine un courant d'air d'autant plus rapide, que la température extérieure eſt plus élevée, ce qui fond continuellement une portion de la glace intérieure; on peut arrêter en grande partie l'effet de ce courant, en fermant le robinet; mais il vaut beaucoup mieux n'opérer que lorſque la température extérieure ne ſurpaſſe pas 3 ou 4 degrés; car nous avons obſervé qu'alors la fonte de la glace intérieure, occaſionnée par l'atmoſphère, eſt inſenſible, en ſorte que nous pouvons à cette température, répondre de l'exactitude de nos expériences ſur les chaleurs ſpécifiques des corps, à un quarantième près.

Nous avons fait conſtruire deux machines pareilles à celle que je viens de décrire ; l'une d'elles eſt deſtinée aux expériences dans leſquelles il n'eſt pas néceſſaire de renouveller l'air intérieur ; l'autre machine ſert aux expériences dans leſquelles le renouvellement de l'air eſt indiſpenſable, telles que celles de la combuſtion & de la reſpiration : cette ſeconde machine ne differe de la première, qu'en ce que les deux couvercles ſont percés de deux trous à travers leſquels paſſent deux petits tuyaux qui ſervent de communication entre l'air intérieur & l'air extérieur ; on peut par leur moyen ſouffler de l'air atmoſphérique dans l'intérieur du calorimètre pour y entretenir des combuſtions.

Rien n'eſt plus ſimple avec cet inſtrument que de déterminer les phénomènes qui ont lieu dans les opérations où il y a dégagement, ou même abſorption de calorique. Veut-on, par exemple, connoître ce qui ſe dégage de calorique d'un corps ſolide, lorſqu'il ſe refroidit d'un certain nombre de degrés ? On élève ſa température à 80 degrés, par exemple, puis on le place dans la capacité intérieure *ffff* du calorimètre, *figure 2 & 3*, *planche VI*, & on l'y laiſſe aſſez long-tems pour être aſſuré que ſa température eſt revenue à zéro du thermomètre : on recueille l'eau qui a été produite

par la fonte de la glace, pendant ſon refroidiſſement; cette quantité d'eau diviſée par le produit de la maſſe du corps & du nombre de degrés dont ſa température primitive étoit au-deſſus de zéro, ſera proportionnelle à ce que les phyſiciens anglois ont nommé *chaleur ſpécifique*.

Quant aux fluides on les renferme dans des vaſes de matière quelconque, dont on a préalablement déterminé la chaleur ſpécifique : on opère enſuite de la même manière que pour les ſolides, en obſervant ſeulement de déduire de la quantité totale d'eau qui a coulé, celle due au refroidiſſement du vaſe qui contenoit le fluide.

Veut-on connoître la quantité de calorique qui ſe dégage de la combinaiſon de pluſieurs ſubſtances? on les amenera toutes à la température zéro, en les tenant un tems ſuffiſant dans de la glace pilée; enſuite on en fera le mélange dans l'intérieur du calorimètre, dans un vaſe également à zéro, & on aura ſoin de les y conſerver juſqu'à ce qu'elles ſoient revenues à la température zéro; la quantité d'eau recueillie ſera la meſure du calorique qui ſe ſera dégagé par l'effet de la combinaiſon.

La détermination des quantités de calorique qui ſe dégagent dans les combuſtions & dans

la reſpiration des animaux, n'offre pas plus de difficulté : on brûle les corps combuſtibles dans la capacité intérieure du calorimètre ; on y laiſſe reſpirer des animaux tels que des cochons d'inde qui réſiſtent aſſez bien au froid, & on recueille l'eau qui coule : mais comme le renouvellement de l'air eſt indiſpenſable dans ce genre d'opérations, il eſt néceſſaire de faire arriver continuellement de nouvel air dans l'intérieur du calorimètre par un petit tuyau deſtiné à cet objet, & de le faire reſſortir par un autre tuyau : mais pour que l'introduction de cet air ne cauſe aucune erreur dans les réſultats, on fait paſſer le tuyau qui doit l'amener à travers de la glace pilée, afin qu'il arrive dans le calorimètre, à la température zéro. Le tuyau de ſortie de l'air doit également traverſer de la glace pilée, mais cette dernière portion de glace doit être compriſe dans l'intérieur de la capacité *ffff* du calorimètre, & l'eau qui en découle doit faire partie de celle que l'on recueille, parce que le calorique que contenoit l'air avant de ſortir fait partie du produit de l'expérience.

La recherche de la quantité de calorique ſpécifique contenue dans les différens gaz, eſt un peu plus difficile à cauſe de leur peu de denſité ; car ſi on ſe contentoit de les renfer-

mer dans des vaſes comme les autres fluides, la quantité de glace fondue ſeroit ſi peu conſidérable que le réſultat de l'expérience ſeroit au moins très-incertain. Nous avons employé pour ce genre d'expériences deux eſpèces de ſerpentins ou tuyaux métalliques roulés en ſpirales. Le premier contenu dans un vaſe rempli d'eau bouillante ſervoit à échauffer l'air avant qu'il parvînt au calorimètre ; le ſecond étoit renfermé dans la capacité intérieure *ffff* de cet inſtrument. Un thermomètre adapté à une des extrémités de ce dernier ſerpentin, indiquoit la chaleur de l'air ou du gaz qui entroit dans la machine ; un thermomètre adapté à l'autre extrémité du même ſerpentin indiquoit la chaleur du gaz ou de l'air à ſa ſortie. Nous avons été ainſi à portée de déterminer ce qu'une maſſe quelconque de différens airs ou gaz fondoit de glace en ſe refroidiſſant d'un certain nombre de degrés, & d'en déterminer le calorique ſpécifique. Le même procédé, avec quelques précautions particulières peut être employé pour connoître la quantité de calorique qui ſe dégage dans la condenſation des vapeurs de différens liquides.

Les différentes expériences que l'on peut faire avec le calorimètre, ne conduiſent point à des réſultats abſolûs ; elles ne donnent que

des quantités relatives : il étoit donc queſtion de choiſir une unité qui pût former le premier degré d'une échelle avec laquelle on pût exprimer tous les autres réſultats. La quantité de calorique néceſſaire pour fondre une livre de glace, nous a fourni cette unité : or pour fondre une livre de glace, il faut une livre d'eau élevée à 60 degrés du thermomètre à mercure diviſé en 80 parties, de la glace à l'eau bouillante ; la quantité de calorique qu'exprime notre unité, eſt donc celle néceſſaire pour élever l'eau de zéro à 60 degrés.

Cette unité déterminée, il n'eſt plus queſtion que d'exprimer en valeurs analogues les quantités de calorique qui ſe dégagent des différens corps, en ſe refroidiſſant, d'un certain nombre de degrés, & voici le calcul ſimple par le moyen duquel on y parvient : je l'applique à une de nos premières expériences.

Nous avons pris des morceaux de tôle coupés par bandes & roulés, qui peſoient enſemble 7 livres 11 onces 2 gros 36 grains, c'eſt-à-dire en fractions décimales de livres, $7,^{\text{livres}}7070319$. Nous avons échauffé cette maſſe dans un bain d'eau bouillante, dans laquelle elle a pris environ 78 degrés de chaleur ; & l'ayant tirée de l'eau preſtement, nous l'avons introduite dans la capacité intérieure du calo-

rimètre

rimètre. Au bout de onze heures, lorſque l'eau produite par la fonte de la glace intérieure a été ſuffiſamment égoutée, la quantité s'en eſt trouvée de 1 livre 1 once 5 gros 4 grains $=$ 1,109795 livre. Maintenant je puis dire ſi le calorique dégagé de la tôle par un refroidiſſement de 78 degrés, a fondu 1,109795 livre de glace, combien un refroidiſſement de 60 degrés auroit-il produit; ce qui donne 78 : 1,109795 : : 60 : x $=$ 0,85369 livre. Enfin diviſant cette quantité par le nombre de livres de tôle employée, c'eſt-à-dire par 7,7070319 livres, on aura pour la quantité de glace que pourra faire fondre une livre de tôle en ſe refroidiſſant de 60 degrés à zéro, 0,110770 livre. Le même calcul s'applique à tous les corps ſolides.

A l'égard des fluides, tels que l'acide ſulfurique, l'acide nitrique, &c. on les renferme dans un matras repréſenté *planche VI*, *fig.* 9. Il eſt bouché avec un bouchon de liège traverſé par un thermomètre dont la boule plonge dans la liqueur. On place ce vaiſſeau dans un bain d'eau bouillante; & lorſque d'après le thermomètre on juge que la liqueur eſt élevée à un degré de chaleur convenable, on retire le matras & on le place dans le calorimètre. On fait le calcul comme ci-deſſus, en ayant

ſoin cependant de déduire de la quantité d'eau obtenue, celle que le vaſe de verre auroit ſeul produite, & qu'il eſt en conſéquence néceſſaire d'avoir déterminé par une expérience préalable. Je ne donne point ici le tableau des réſultats que nous avons obtenus, parce qu'il n'eſt pas encore aſſez complet, & que différentes circonſtances ont ſuſpendu la ſuite de ce travail. Nous ne le perdons cependant pas de vue, & il n'y a point d'hiver que nous ne nous en ſoyons plus ou moins occupés.

CHAPITRE IV.

Des opérations purement mécaniques qui ont pour objet de diviſer les corps.

§. PREMIER.

De la Trituration, de la Porphiriſation, & de la Pulvériſation.

LA trituration, la porphiriſation & la pulvériſation ne ſont, à proprement parler, que des opérations mécaniques préliminaires, dont l'objet eſt de diviſer, de ſéparer les molécules des corps, & de les réduire en particules très-fines. Mais quelque loin qu'on puiſſe porter ces opérations, elles ne peuvent jamais réſoudre un corps en ſes molécules primitives & élémentaires: elles ne rompent pas même, à proprement parler, ſon aggrégation; en ſorte que chaque molécule après la trituration & la porphiriſation, forme encore un tout ſemblable à la maſſe originaire qu'on avoit eu pour objet de diviſer, à la différence des opérations vraiment chimiques, telles, par exemple, que la diſſolution qui détruit l'aggrégation du corps, & écarte les

unes des autres les molécules conſtitutives & intégrantes qui le compoſent.

Toutes les fois qu'il eſt queſtion de diviſer des corps fragiles & caſſans, on ſe ſert pour cette opération de mortiers & de pilons, *figures 1, 2, 3, 4 & 5, planche I.* Ces mortiers ſont ou de fonte de cuivre & de fer comme celui repréſenté, *figure 1*; ou de marbre & de granit, comme celui repréſenté, *figure 2*; ou de bois de gayac, comme celui repréſenté, *figure 3*; ou de verre, comme celui repréſenté, *figure 4*; ou d'agathe, comme celui repréſenté, *figure 5*: enfin on en fait auſſi de porcelaine, comme celui repréſenté, *figure 6.* Les pilons dont on ſe ſert pour triturer les corps ſont auſſi de différentes matières. Ils ſont de fer ou de cuivre forgé, comme dans la figure première, de bois, comme dans les figures 2 & 3; enfin de verre, de porcelaine ou d'agathe, ſuivant la nature des objets qu'on veut triturer. Il eſt néceſſaire d'avoir dans un laboratoire, un aſſortiment de ces inſtrumens de différente grandeur. Les mortiers de porcelaine, & ſur-tout ceux de verre, ne peuvent pas être employés à la trituration proprement dite, & ils ſeroient bientôt en pièces ſi on frappoit dedans, ſans précaution, à coups redoublés. C'eſt en tournant le pilon dans le mortier, en froiſſant avec adreſſe

& dextérité les molécules entre le pilon & les parois du mortier qu'on parvient à opérer la diviſion.

La forme des mortiers n'eſt point indifférente; le fond en doit être arrondi, & l'inclinaiſon des parois latérales doit être telle que les matières en poudre retombent d'elles-mêmes quand on relève le pilon: un mortier trop plat ſeroit donc défectueux, la matière ne retomberoit & ne ſe retourneroit pas. Des parois trop inclinées préſenteroient un autre inconvénient, elles rameneroient une trop grande quantité de la matière à pulvériſer ſous le pilon, elle ne ſeroit plus alors froiſſée & ſerrée entre deux corps durs, & la trop grande épaiſſeur interpoſée nuiroit à la pulvériſation.

Par une ſuite du même principe, il ne faut pas mettre dans le mortier une trop grande quantité de matière; il faut ſur-tout, autant qu'on le peut, ſe débarraſſer de tems en tems des molécules qui ſont déjà pulvériſées, & c'eſt ce qu'on opère par le tamiſage, autre opération dont il va être bientôt queſtion. Sans cette précaution on employeroit une force inutile, & on perdroit du tems à diviſer davantage ce qui l'étoit ſuffiſamment, tandis qu'on n'acheveroit pas de pulvériſer ce qui ne l'eſt pas aſſez. En effet, la portion de matière diviſée nuit à la

trituration de celle qui ne l'eſt pas ; elle s'interpoſe entre le pilon & le mortier, & amortit l'effet du coup.

La porphiriſation a reçu ſa dénomination du nom de la matière ſur laquelle elle s'opère. Le plus communément on a une table plate de porphire ou d'une autre pierre du même degré de dureté ABCD, *planche I, fig. 7*, ſur laquelle on étend la matière qu'on ſe propoſe de diviſer ; on la froiſſe enſuite & on la broye en promenant ſur le porphire une molette M, d'une pierre du même degré de dureté. La partie de la molette qui porte ſur le porphire, ne doit pas être parfaitement plane : ſa ſurface doit être une portion de ſphère d'un très-grand rayon ; autrement quand on promeneroit la molette ſur le porphire, la matière ſe rangeroit tout autour du cercle qu'elle auroit décrit, ſans qu'aucune portion s'engageât entre deux, & il n'y auroit pas de porphiriſation. On eſt par la même raiſon obligé de faire retailler de tems en tems les molettes, qui tendent à devenir planes, à meſure qu'on s'en ſert. L'effet de la molette étant d'écarter continuellement la matière & de la porter vers les extrêmités de la table de porphire, on eſt obligé de la ramener ſouvent & de l'accumuler au centre : on ſe ſert à cet

effet d'un couteau de fer, de corne ou d'ivoire, dont la lame doit être très-mince.

Dans les travaux en grand on préfère, pour opérer le broyement, l'uſage de grandes meules de pierres dures qui tournent l'une ſur l'autre, ou bien d'une meule verticale qui roule ſur une meule horiſontale. Dans tous ces cas, on eſt ſouvent obligé d'humecter légèrement la matière, dans la crainte qu'elle ne s'élève en pouſſière.

Ces trois manières de réduire les corps en poudre, ne conviennent pas à toutes les matières : il en eſt qu'on ne peut parvenir à diviſer, ni au pilon, ni au porphire, ni à la meule ; telles ſont les matières très-fibreuſes, comme le bois ; telles ſont celles qui ont une ſorte de ténacité & d'élaſticité, comme la corne des animaux, la gomme élaſtique, &c. tels ſont enfin les métaux ductiles & malléables, qui s'applatiſſent ſous le pilon au lieu de s'y réduire en poudre.

On ſe ſert pour les bois de groſſes limes connues ſous le nom de rapes à bois, *pl. I, fig. 8.* On ſe ſert pour la corne de limes un peu plus fines ; enfin on emploie pour les métaux des limes encore plus fines, telles ſont celles repréſentées *figures 9 & 10.*

Il eſt quelques ſubſtances métalliques qui ne

ſont ni aſſez caſſantes pour être miſes en poudre par trituration, ni aſſez dures pour pouvoir être limées commodément. Le zinc eſt dans ce cas ; ſa demi-malléabilité empêche qu'on ne puiſſe le pulvériſer au mortier : ſi on le lime il empâte la lime, il en remplit les interſtices, & bientôt elle n'a preſque plus d'action. Il y a une manière ſimple pour réduire le zinc en poudre, c'eſt de le piler chaud dans un mortier de fonte de fer également chaud ; il s'y triture alors aiſément. On peut encore le rendre caſſant, en le fondant avec un peu de mercure. Les artificiers qui emploient le zinc pour faire des feux bleus, ont recours à l'un de ces deux moyens. Quand on n'a pas pour objet de mettre les métaux dans un très-grand état de diviſion, on peut les réduire en grenailles en les coulant dans de l'eau.

Enfin il y a un dernier moyen de diviſer, qu'on emploie pour les matières à la fois pulpeuſes & fibreuſes, telles que les fruits, les pommes de terre, les racines, &c. On les promène ſur une rape, *planche I, fig. 11*, en donnant un certain degré de preſſion, & on parvient ainſi à les réduire en pulpe. Tout le monde connoît la rape, & il ſeroit ſuperflu d'en donner une deſcription plus étendue.

On conçoit que le choix des matières avec leſquelles on opère la trituration, n'eſt point indifférent : on doit bannir le cuivre de tout ce qui a rapport aux alimens, à la pharmacie, &c. Les mortiers de marbre ou ceux de matières métalliques ne peuvent être employés pour triturer les matières acides ; c'eſt ce qui fait que les mortiers de bois très-dur, tel que le gayac & ceux de verre de porcelaine & de granit, ſont d'une grande commodité dans un laboratoire.

§. II.

Du Tamiſage & du Lavage.

De quelque moyen mécanique qu'on ſe ſerve pour diviſer les corps, on ne peut parvenir à donner le même degré de fineſſe à toutes leurs parties. La poudre qu'on obtient de la plus longue & de la plus exacte trituration, eſt toujours un aſſemblage & un mêlange de molécules de différentes groſſeurs. On parvient à ſe débarraſſer des plus groſſières, & à n'avoir qu'une poudre beaucoup plus homogène, en employant des tamis, *figures 12, 13, 14 & 15, planche I*, dont la grandeur de la maille ſoit proportionnée à la groſſeur des molécules qu'on ſe propoſe d'obtenir : tout ce qui eſt ſupérieur en groſſeur aux dimenſions de la maille, reſte

ſur le tamis, & on le repaſſe au pilon.

On voit deux de ces tamis repréſentés *figures 12 & 13*. L'un, *fig. 12*, eſt de crin ou de ſoie; l'autre, *fig. 13*, eſt de peau dans laquelle on a fait des trous ronds avec un emporte-pièce: ce dernier eſt en uſage dans l'art de fabriquer la poudre à canon & la poudre de chaſſe. Lorſqu'on eſt obligé de tamiſer des matières très-légères, très-précieuſes & qui ſe diſperſent aiſément; ou bien lorſque répandues dans l'air elles peuvent être nuiſibles à ceux qui les reſpirent, on ſe ſert de tamis compoſés de trois pièces, *fig. 14 & 15*; ſavoir d'un tamis proprement dit A B C D, *fig. 15*, d'un couvercle E F, & d'un fond G H: on voit ces trois parties aſſemblées, *fig. 14*.

Il eſt un autre moyen plus exact que le tamiſage, d'obtenir des poudres de groſſeur uniforme, c'eſt le lavage; mais il n'eſt praticable qu'à l'égard des matières qui ne ſont point ſuſceptibles d'être attaquées & altérées par l'eau. On délaye & on agite dans l'eau ou dans quelqu'autre liqueur les matières broyées qu'on veut obtenir en poudres de groſſeur homogène; on laiſſe repoſer un moment la liqueur, puis on la décante encore trouble; les parties les plus groſſières reſtent au fond du vaſe. On décante une ſeconde fois, & on a un ſecond dépôt

moins groſſier que le premier. On décante une troiſième fois pour obtenir un troiſième dépôt, qui eſt au ſecond pour la fineſſe ce que le ſecond eſt au premier. On continue cette manœuvre juſqu'à ce que l'eau ſoit éclaircie ; & la poudre groſſière & inégale qu'on avoit originairement, ſe trouve ſéparée en une ſuite de dépôts qui, chacun en particulier, ſont d'un degré de fineſſe à peu près homogène.

Le même moyen, le lavage, ne s'emploie pas ſeulement pour ſéparer les unes des autres les molécules de matières homogènes, & qui ne different que par leur degré plus ou moins grand de diviſion ; il fournit une reſſource non moins utile pour ſéparer des matières du même degré de fineſſe, mais dont la peſanteur ſpécifique eſt différente : c'eſt principalement dans le travail des mines qu'on fait uſage de ce moyen.

On ſe ſert pour le lavage dans les laboratoires, de vaiſſeaux de différentes formes, de terrines de grès, de bocaux de verre, &c. quelquefois pour décanter la liqueur ſans troubler le dépôt qui s'eſt formé, on emploie le ſiphon. Cet inſtrument conſiſte en un tube de verre ABC, *planche II, fig. 11*, recourbé en B, & dont la branche BC doit être plus longue de quelques pouces que celle AB. Pour

n'être point obligé de le tenir à la main, ce qui pourroit être fatiguant dans quelques expériences, on le paſſe dans un trou pratiqué au milieu d'une petite planche DE. L'extrémité A du ſiphon doit être plongée dans la liqueur du bocal FG, à la profondeur juſqu'à laquelle on ſe propoſe de vuider le vaſe.

D'après les principes hydroſtatiques ſur leſquels eſt fondé l'effet du ſiphon, la liqueur ne peut y couler qu'autant qu'on a chaſſé l'air contenu dans ſon intérieur : c'eſt ce qui ſe pratique au moyen d'un petit tube de verre HI, ſoudé hermétiquement à la branche BC. Lors donc qu'on veut procurer par le moyen du ſiphon l'écoulement de la liqueur du vaſe FG dans celui LM, on commence par boucher avec le bout du doigt l'extrémité C de la branche BC du ſiphon ; puis on ſuce avec la bouche, juſqu'à ce qu'on ait retiré tout l'air du tube & qu'il ait été remplacé par de la liqueur : alors on ôte le doigt, la liqueur coule & continue à paſſer du vaſe FG dans celui LM.

§. III.

De la Filtration.

On vient de voir que le tamiſage étoit une opération par laquelle on ſéparoit les unes des

autres des molécules de différentes groſſeurs ; que les plus fines paſſoient à travers le tamis, tandis que les plus groſſières reſtoient deſſus.

Le filtre n'eſt autre choſe qu'un tamis très-fin & très-ſerré, à travers lequel les parties ſolides, quelque diviſées qu'elles ſoient, ne peuvent paſſer, mais qui eſt cependant perméable pour les fluides ; le filtre eſt donc, à proprement parler, l'eſpèce de tamis qu'on employe pour ſéparer des molécules ſolides qui ſont très-fines, d'un fluide dont les molécules ſont encore plus fines.

On ſe ſert à cet effet, principalement en pharmacie, d'étoffes épaiſſes & d'un tiſſu très ſerré : celles de laine à poils ſont les plus propres à remplir cet objet. On leur donne ordinairement la forme d'un cône, *planche II, fig. 2* : cette eſpèce de filtre porte le nom de chauſſe qui eſt relatif à ſa figure. La forme conique a l'avantage de réunir toute la liqueur qui coule, en un ſeul point A, & on peut alors la recevoir dans un vaſe d'une ouverture très-petite ; ce qui ne pourroit pas avoir lieu, ſi la liqueur couloit de pluſieurs points. Dans les grands laboratoires de pharmacie, on a un chaſſis de bois repréſenté *planche II, fig. 1*, dans le milieu duquel on attache la chauſſe.

La filtration à la chauſſe ne peut être appli-

cable qu'à quelques opérations de pharmacie ; mais comme dans la plupart des opérations chimiques un même filtre ne peut ſervir qu'à une même nature d'expériences, comme il faudroit avoir un nombre de chauſſes conſidérables & les laver avec un grand ſoin à chaque opération, on y a ſubſtitué une étoffe très-commune, à très-bon marché, qui eſt à la vérité très-mince, mais qui, attendu qu'elle eſt feutrée, compenſe par le ſerré de ſon tiſſu ce qui pourroit lui manquer en épaiſſeur : cette étoffe eſt du papier non collé. Il n'eſt aucun corps ſolide, quelque diviſé qu'il ſoit, qui paſſe à travers les pores des filtres de papier ; les fluides au contraire les traverſent avec beaucoup de facilité.

Le ſeul embarras que préſente le papier employé comme filtre, conſiſte dans la facilité avec laquelle il ſe perce & ſe déchire, ſurtout quand il eſt mouillé. On remédie à cet inconvénient, en le ſoutenant par le moyen de diverſes eſpèces de doublures. Si on a des quantités conſidérables de matières à filtrer, on ſe ſert d'un chaſſis de bois ABCD, *planc. II, fig. 3*, auquel ſont adaptées des pointes de fer ou crochets : on poſe ce chaſſis ſur deux petits traiteaux, comme on le voit *fig. 4*. On place ſur le quarré une toile groſſière, qu'on

tend médiocrement & qu'on accroche aux pointes ou crochets de fer. On étend enſuite une ou deux feuilles de papier ſur la toile, & on verſe deſſus le mêlange de matière liquide & de matière ſolide dont on veut opérer la ſéparation. Le fluide coule dans la terrine ou autre vaſe quelconque F, qu'on a mis ſous le filtre. Les toiles qui ont ſervi à cet uſage, ſe lavent, ou bien on les renouvelle, ſi on a lieu de craindre que les molécules dont elles peuvent reſter imprégnées, ne ſoient nuiſibles dans des opérations ſubſéquentes.

Dans toutes les opérations ordinaires & lorſqu'on n'a qu'une médiocre quantité de liqueur à filtrer, on ſe ſert d'entonnoirs de verre, *planche 11, fig. 5*, pour contenir & ſoutenir le papier; on le plie alors de manière à former un cône de même figure que l'entonnoir. Mais alors on tombe dans un autre inconvénient; le papier, lorſqu'il eſt mouillé, s'applique tellement ſur les parois du verre, que la liqueur ne peut couler & qu'il ne s'opère de filtration que par la pointe du cône : alors l'opération devient très-longue; les matières hétérogènes d'ailleurs que contient la liqueur étant communément plus lourdes que l'eau, elles ſe raſſemblent à la pointe du cône de papier, elles l'obſtruent, & la filtration ou s'arrête, ou de-

vient exceſſivement lente. On a imaginé différens procédés pour remédier à ces inconvéniens, qui ſont plus graves qu'on ne le croiroit d'abord, parce qu'ils ſe répètent tous les jours dans le cours des opérations chimiques. Un premier moyen a été de multiplier les plis du papier, comme on le voit *fig. 6*, afin que la liqueur, en ſuivant les ſillons que forment les plis, pût arriver à la pointe du cône : d'autres ont joint à ce premier moyen l'uſage de fragmens de paille, qu'on place & qu'on arrange dans l'entonnoir avant d'y placer le papier. Enfin, le dernier moyen employé & qui me paroît réunir le plus d'avantages, conſiſte à prendre de petites bandes de verre, telles qu'on en trouve chez tous les vitriers, & qui ſont connues ſous le nom de rognures de verre. On les courbe par le bout à la lampe, de manière à former un crochet qui s'ajuſte dans le bord ſupérieur de l'entonnoir ; on en diſpoſe ſix à huit de cette manière, avant de placer le papier. Ces bandes de verre le maintiennent à une diſtance ſuffiſante des parois de l'entonnoir, pour que la filtration s'opère. La liqueur coule le long des bandes de verre, & ſe raſſemble à la pointe du cône.

On voit quelques-unes de ces bandes repréſentées *fig. 8* : on voit auſſi *fig. 7* un entonnoir de

de verre garni de bandes de verre & d'un papier à filtrer.

Lorſqu'on a un grand nombre de filtrations à faire marcher à la fois, il eſt très-commode d'avoir une planche AB, *planche II, fig. 9*, ſoutenue par des montans de bois AC, BD, & percée de trous pour y placer les entonnoirs.

Il y a des matières très-épaiſſes & très-viſqueuſes qui ne peuvent paſſer à travers le papier, & qui ne peuvent être filtrées qu'après avoir ſubi quelques préparations. La plus ordinaire conſiſte à battre un blanc d'œuf, à le diviſer dans ces liqueurs, & à les faire chauffer juſqu'à l'ébullition. Le blanc d'œuf ſe coagule, il ſe réduit en écume, qui vient monter à la ſurface & qui entraîne avec elle la plus grande partie des matières viſqueuſes qui s'oppoſoient à la filtration. On eſt obligé de prendre ce parti pour obtenir du petit-lait clair, autrement il ſeroit très-difficile de le faire paſſer par le filtre. On remplit le même objet à l'égard des liqueurs ſpiritueuſes, avec un peu de colle de poiſſon délayée dans de l'eau : cette colle ſe coagule par l'action de l'alkool, ſans qu'on ſoit obligé de faire chauffer.

On conçoit qu'une des conditions indiſpenſables de la filtration eſt que le filtre ne puiſſe pas être attaqué & corrodé par la liqueur qui

doit y paſſer ; auſſi ne peut-on pas filtrer les acides concentrés à travers le papier. Il eſt vrai qu'on eſt rarement obligé d'avoir recours à ce moyen, parce que la plupart des acides s'obtiennent par voie de diſtillation, & que les produits de la diſtillation ſont preſque toujours clairs. Si cependant dans quelques cas très-rares, on eſt forcé de filtrer des acides concentrés, on ſe ſert alors de verre pilé, ou, ce qui eſt mieux encore, de morceaux de quartz ou de criſtal de roche groſſièrement concaſſés & en partie réduits en poudre. On place quelques-uns des plus gros morceaux dans le fond de l'entonnoir, pour le boucher en partie ; on met pardeſſus des morceaux moins gros, qui ſont maintenus par les premiers ; enfin les portions les plus diviſées doivent occuper le deſſus : on remplit enſuite l'entonnoir avec de l'acide.

Dans les uſages de la ſociété, on filtre l'eau des rivières pour l'obtenir limpide & ſéparée des ſubſtances hétérogènes qui la ſaliſſent : on ſe ſert à cet effet de ſable de rivière. Le ſable réunit pluſieurs avantages qui le rendent propre à cet uſage : premièrement, il eſt en fragmens arrondis, ou au moins dont les angles ſont uſés ; & les intervalles que préſentent des molécules de cette figure, favoriſent le paſſage de l'eau. Secondement, ces molécules ſont de différentes

groſſeurs, & les plus fines ſe rangent naturellement entre les plus groſſes; elles empêchent donc qu'il ne ſe rencontre des vuides trop grands qui laiſſeroient paſſer des matières hétérogènes. Troiſièmement enfin, le ſable ayant été roulé & lavé par l'eau des rivières pendant une longue révolution de tems, on eſt sûr qu'il eſt dépouillé de toute ſubſtance ſoluble dans l'eau, & que par conſéquent il ne peut abſolument rien communiquer à l'eau qui filtre au travers.

Dans tous les cas, comme dans celui-ci, où le même filtre doit ſervir long-tems, il s'engorgeroit & la liqueur ceſſeroit d'y paſſer ſi on ne le nétoyoit pas. Cette opération eſt ſimple à l'égard des filtres de ſable, il ne s'agit que de le laver dans pluſieurs eaux ſucceſſives & juſqu'à ce qu'elle ſorte claire.

§. IV.

De la Décantation.

La décantation eſt une opération qui peut ſuppléer à la filtration & qui, comme elle, a pour objet de ſéparer d'avec un liquide les molécules concrètes qu'il contient. On laiſſe à cet effet repoſer la liqueur dans des vaſes ordinairement coniques & qui ont la forme de verres à boire, comme celui repréſenté ABCDE,

planche II, *fig.* 10. On fait dans les verreries des vaſes de cette figure, qui ſont de différentes grandeurs; lorſqu'ils excèdent deux ou trois pintes de capacité, on ſupprime le pied C D E, & on y ſupplée par un pied de bois dans lequel on les maſtique. La matière étrangère ſe dépoſe au fond de ces vaſes par un repos plus ou moins long, & on obtient la liqueur claire en la verſant doucement par inclinaiſon. On voit que cette opération ſuppoſe que le corps ſuſpendu dans le liquide eſt ſpécifiquement plus lourd que lui, & ſuſceptible de ſe raſſembler au fond: mais quelquefois la peſanteur ſpécifique du dépôt approche tellement de celle de la liqueur, & l'on eſt ſi près de l'équilibre, que le moindre mouvement ſuffit pour le remêler; alors au lieu de tranſvaſer la liqueur & de la ſéparer par décantation, on ſe ſert du ſiphon repréſenté *fig.* 11, & dont j'ai déjà donné la deſcription.

Dans toutes les expériences où l'on veut déterminer avec une préciſion rigoureuſe le poids de la matière précipitée, la décantation eſt préférable à la filtration, pourvu qu'on ait ſoin de laver à grande eau & à pluſieurs repriſes le précipité. On peut bien, il eſt vrai, déterminer le poids du précipité qu'on a ſéparé par filtration, en peſant le filtre avant & après l'opéra-

tion; l'augmentation de poids que le filtre a acquiſe, donne le poids du précipité qui y eſt reſté attaché : mais quand les quantités ſont peu conſidérables, la deſſication plus ou moins grande du filtre, les différentes proportions d'humidité qu'il peut retenir, ſont une ſource d'erreurs qu'il eſt important d'éviter.

CHAPITRE V.

Des moyens que la Chimie emploie pour écarter les unes des autres les molécules des corps ſans les décompoſer, & réciproquement pour les réunir.

J'AI déjà fait obſerver qu'il exiſtoit deux manières de diviſer les corps : la première qu'on nomme diviſion méchanique, conſiſte à ſéparer une maſſe ſolide en un grand nombre d'autres maſſes beaucoup plus petites. On emploie pour remplir cet objet la force des hommes, celle des animaux, la peſanteur de l'eau appliquée aux machines hydrauliques, la force expanſive de l'eau réduite en vapeurs, comme dans les machines à feu, l'impulſion du vent, &c. Mais toutes ces forces employées à diviſer les corps, ſont beaucoup plus bornées qu'on ne le croit communément. Avec un pilon d'un certain poids, qui tombe d'une certaine hauteur, on ne peut jamais réduire en poudre une matière donnée au-delà d'un certain degré de fineſſe, & la même molécule qui paroît ſi fine relativement à nos organes eſt encore une montagne, ſi on peut ſe ſervir de cette expreſſion, lorſqu'on la compare avec les molécules conſtitu-

tives & élémentaires du corps que l'on diviſe. C'eſt en cela que different les agens méchaniques des agens chimiques; ces derniers diviſent un corps dans ſes molécules primitives. Si, par exemple, c'eſt un ſel neutre, ils portent la diviſion de ſes parties auſſi loin qu'elle le peut être ſans que la molécule ceſſe d'être une molécule de ſel. Je vais donner dans ce chapitre des exemples de cette eſpèce de diviſion. J'y joindrai quelques détails ſur des opérations qui y ſont relatives.

§. I.

De la Solution des Sels.

On a long-tems confondu en chimie la ſolution & la diſſolution, & l'on déſignoit par le même nom la diviſion des parties d'un ſel dans un fluide tel que l'eau, & la diviſion d'un métal dans un acide. Quelques réflexions ſur les effets de ces deux opérations feront ſentir qu'il n'eſt pas poſſible de les confondre.

Dans la ſolution des ſels, les molécules ſalines ſont ſimplement écartées les unes des autres, mais ni le ſel, ni l'eau n'éprouvent aucune décompoſition, & on peut les retrouver l'un & l'autre en même quantité qu'avant l'opération. On peut dire la même choſe de la diſſolution des réſines dans l'alkool & dans les diſſolvans

ſpiritueux. Dans la diſſolution des métaux, au contraire, il y a toujours ou décompoſition de l'acide, ou décompoſition de l'eau : le métal s'oxygène, il paſſe à l'état d'oxide ; une ſubſtance gazeuſe ſe dégage ; en ſorte, qu'à proprement parler, aucune des ſubſtances après la diſſolution n'eſt dans le même état où elle étoit auparavant. C'eſt uniquement de la ſolution dont il ſera queſtion dans cet article.

Pour bien ſaiſir ce qui ſe paſſe dans la ſolution des ſels, il faut ſavoir qu'il ſe complique deux effets dans la plupart de ces opérations : ſolution par l'eau, & ſolution par le calorique ; & comme cette diſtinction donne l'explication de la plupart des phénomènes relatifs à la ſolution, je vais inſiſter pour la bien faire entendre.

Le nitrate de potaſſe, vulgairement appelé ſalpêtre, contient très-peu d'eau de criſtalliſation ; une foule d'expériences le prouvent ; peut-être même n'en contient-il pas : cependant il ſe liquéfie à un degré de chaleur qui ſurpaſſe à peine celui de l'eau bouillante. Ce n'eſt donc point à l'aide de ſon eau de criſtalliſation qu'il ſe liquéfie, mais parce qu'il eſt très-fuſible de ſa nature, & qu'il paſſe de l'état ſolide à l'état liquide, un peu au-deſſus de la chaleur de l'eau bouillante. Tous les ſels ſont de même ſuſceptibles d'être liquéfiés par le calorique ; mais à

une température plus ou moins haute. Les uns, comme les acétites de potaſſe & de ſoude, ſe fondent & ſe liquéfient à une chaleur très-médiocre ; les autres, au contraire, comme le ſulfate de chaux, le ſulfate de potaſſe, &c. exigent une des plus fortes chaleurs que nous puiſſions produire. Cette liquéfaction des ſels par le calorique préſente exactement les mêmes phénomènes que la liquéfaction de la glace. Premièrement elle s'opère de même à un degré de chaleur déterminé pour chaque ſel, & ce degré eſt conſtant pendant tout le tems que dure la liquéfaction du ſel. Secondement, il y a emploi de calorique au moment où le ſel ſe fond, dégagement lorſqu'il ſe fige ; tous phénomènes généraux, & qui ont lieu lors du paſſage d'un corps quelconque de l'état concret à l'état fluide & réciproquement.

Ces phénomènes de la ſolution par le calorique ſe compliquent toujours plus ou moins avec ceux de la ſolution par l'eau. On en ſera convaincu ſi l'on conſidère qu'on ne peut verſer de l'eau ſur un ſel pour le diſſoudre, ſans employer réellement un diſſolvant mixte, l'eau & le calorique : or on peut diſtinguer pluſieurs cas différens, ſuivant la nature & la manière d'être de chaque ſel. Si par exemple un ſel eſt très-peu ſoluble par l'eau, & qu'il le ſoit beau-

coup par le calorique, il eſt clair que ce ſel ſera très-peu ſoluble à l'eau froide, & qu'il le ſera beaucoup, au contraire, à l'eau chaude; tel eſt le nitrate de potaſſe, & ſur-tout le muriate oxigéné de potaſſe. Si un autre ſel au contraire eſt à la fois peu ſoluble dans l'eau, & peu ſoluble dans le calorique, il ſera peu ſoluble dans l'eau froide comme dans l'eau chaude, & la différence ne ſera pas très-conſidérable; c'eſt ce qui arrive au ſulfate de chaux.

On voit donc qu'il y a une relation néceſſaire entre ces trois choſes; ſolubilité d'un ſel dans l'eau froide, ſolubilité du même ſel dans l'eau bouillante, degré auquel ce même ſel ſe liquéfie par le calorique ſeul & ſans le ſecours de l'eau; que la ſolubilité d'un ſel à chaud & à froid eſt d'autant plus grande qu'il eſt plus ſoluble par le calorique, ou, ce qui revient au même, qu'il eſt ſuſceptible de ſe liquéfier à un degré plus inférieur de l'échelle du thermomètre.

Telle eſt en général la théorie de la ſolution des ſels. Mais je n'ai pu me former encore que des apperçus généraux, parce que les faits particuliers manquent, & qu'il n'exiſte point aſſez d'expériences exactes. La marche à ſuivre pour completter cette partie de la chimie eſt ſimple; elle conſiſte à rechercher pour chaque ſel ce

qui s'en diſſout dans une quantité donnée d'eau à différens degrés du thermomètre : or comme on ſait aujourd'hui avec beaucoup de préciſion, d'après les expériences que nous avons publiées M. de la Place & moi, ce qu'une livre d'eau contient de calorique à chaque degré du thermomètre, il ſera toujours facile de déterminer par des expériences ſimples la proportion de calorique & d'eau qu'exige chaque ſel pour être tenu en diſſolution, ce qui s'en abſorbe au moment où le ſel ſe liquéfie, ce qui s'en dégage au moment où il criſtalliſe.

On ne doit plus être étonné d'après cela de voir que les ſels même qui ſont diſſolubles à froid ſe diſſolvent beaucoup plus rapidement dans l'eau chaude que dans l'eau froide. Il y a toujours emploi de calorique dans la diſſolution des ſels ; & quand il faut que le calorique ſoit fourni de proche en proche par les corps environnans, il en réſulte un déplacement qui ne s'opère que lentement. L'opération au contraire ſe trouve tout d'un coup facilitée & accélérée quand le calorique néceſſaire à la ſolution ſe trouve déja tout combiné avec l'eau.

Les ſels, en général, en ſe diſſolvant dans l'eau, en augmentent la peſanteur ſpécifique, mais cette règle n'eſt pas abſolument ſans exception.

Un jour à venir on connoîtra la quantité de radical, d'oxigène & de baſe qui conſtituent chaque ſel neutre ; on connoîtra la quantité d'eau & de calorique néceſſaire pour le diſſoudre, l'augmentation de peſanteur ſpécifique qu'il communique à l'eau, la figure des molécules élémentaires de ſes criſtaux ; on expliquera les circonſtances & les accidens de ſa criſtalliſation, & c'eſt alors ſeulement que cette partie de la chimie ſera complette. M. Séguin a formé le proſpectus d'un grand travail en ce genre, qu'il eſt bien capable d'exécuter.

La ſolution des ſels dans l'eau n'exige aucun appareil particulier. On ſe ſert avec avantage dans les opérations en petit de phioles à médecine de différentes grandeurs, *planche II, figures 16 & 17* ; de terrines de grès, *même planche* A, *fig. 1 & 2* ; de matras à col allongé, *figure 14* ; de caſſeroles ou baſſines de cuivre & d'argent, *figures 13 & 15.*

§. II.

De la Lexiviation.

La lexiviation eſt une opération des arts & de la chimie, dont l'objet eſt de ſéparer des ſubſtances ſolubles dans l'eau d'avec d'autres ſubſtances qui ſont inſolubles. On a coutume de ſe ſervir pour cette opération dans les arts

& dans les uſages de la vie d'un grand cuvier A B C D, *planche II*, *figure 12*, percé en D près de ſon fond d'un trou rond dans lequel on introduit une champlure de bois D E ou un robinet de métal. On met d'abord au fond du cuvier une petite couche de paille, & enſuite par-deſſus la matière qu'on ſe propoſe de leſſiver; on la recouvre d'une toile, & on verſe de l'eau froide ou chaude, ſuivant que la ſubſtance eſt d'une ſolubilité plus ou moins grande. L'eau s'imbibe dans la matière, & pour qu'elle la pénètre mieux, on tient pendant quelque tems fermé le robinet D E. Lorſqu'on juge qu'elle a eu le tems de diſſoudre toutes les parties ſalines, on la laiſſe couler par le robinet D E; mais comme il reſte toujours à la matière inſoluble une portion d'eau adhérente qui ne coule pas, comme cette eau eſt néceſſairement auſſi chargée de ſel que celle qui a coulé, on perdroit une quantité conſidérable de parties ſalines, ſi on ne repaſſoit à pluſieurs repriſes de nouvelle eau à la ſuite de la première. Cette eau ſert à étendre celle qui eſt reſtée; la ſubſtance ſaline ſe partage & ſe fractionne, & au troiſième ou quatrième relavage, l'eau paſſe preſque pure; on s'en aſſure par le moyen du pèſe-liqueur dont il a été parlé, page 338.

Le petit lit de paille qu'on met au fond du vaſe ſert à procurer des interſtices pour l'écoulement de l'eau ; on peut l'aſſimiler aux pailles ou aux tiges de verre dont on ſe ſert pour filtrer dans l'entonnoir, & qui empêchent l'application trop immédiate du papier contre le verre. A l'égard du linge qu'on met par-deſſus la matière qu'on ſe propoſe de leſſiver, il n'eſt pas non plus inutile ; il a pour objet d'empêcher que l'eau ne faſſe un creux dans la matière à l'endroit où on la verſe, & qu'elle ne s'ouvre des iſſues particulières qui empêcheroient que toute la maſſe ne fût leſſivée.

On imite plus ou moins cette opération des arts dans les expériences chimiques; mais attendu qu'on ſe propoſe plus d'exactitude, & que lorſqu'il eſt queſtion, par exemple, d'une analyſe, il faut être sûr de ne laiſſer dans le réſidu aucune partie ſaline ou ſoluble, on eſt obligé de prendre quelques précautions particulières. La première eſt d'employer plus d'eau que dans les leſſives ordinaires, & d'y délayer les matières avant de tirer la liqueur à clair; autrement toute la maſſe ne ſeroit pas également leſſivée, & il pourroit même arriver que quelques portions ne le fuſſent aucunement. Il faut auſſi avoir ſoin de repaſſer de très-grandes quantités d'eau, & on ne doit en général regar-

der l'opération comme terminée, que quand l'eau paſſe abſolument dépouillée de ſel, & que l'aréomètre indique, qu'elle n'augmente plus de peſanteur ſpécifique en traverſant la matière contenue dans le cuvier.

Dans les expériences très en petit, on ſe contente communément de mettre dans des bocaux ou des matras de verre la matière qu'on ſe propoſe de leſſiver; on verſe deſſus de l'eau bouillante, & on filtre au papier dans un entonnoir de verre. Voy. *planche II*, *figure 7*. On relave enſuite avec de l'eau bouillante. Quand on opère ſur des quantités un peu plus grandes, on délaie les matières dans un chaudron d'eau bouillante, & on filtre avec le quarré de bois repréſenté, *planche II*, *figures 3 & 4* qu'on garnit de toile & d'un papier à filtrer. Enfin dans les opérations très en grand, on emploie le baquet ou cuvier que j'ai décrit au commencement de cet article, & qui eſt repréſenté, *figure 12*.

§. III.

De l'Evaporation.

L'évaporation a pour objet de ſéparer l'une de l'autre deux matières, dont l'une au moins eſt liquide, & qui ont un degré de volatilité très-différent.

C'eſt ce qui arrive lorſqu'on veut obtenir dans l'état concret un ſel qui a été diſſous dans l'eau: on échauffe l'eau & on la combine avec le calorique qui la volatiliſe; les molécules de ſel ſe rapprochent en même tems, & obéiſſant aux loix de l'attraction, elles ſe réuniſſent pour reparoître ſous leur forme ſolide.

On a penſé que l'action de l'air influoit beaucoup ſur la quantité de fluide qui s'évapore, & on eſt tombé à cet égard dans des erreurs qu'il eſt bon de faire connoître. Il eſt ſans doute une évaporation lente qui ſe fait continuellement d'elle-même à l'air libre, & à la ſurface des fluides expoſés à la ſimple action de l'atmoſphère. Quoique cette première eſpèce d'évaporation puiſſe être juſqu'à un certain point conſidérée comme une diſſolution par l'air, il n'en eſt pas moins vrai que le calorique y concourt, puiſqu'elle eſt toujours accompagnée de refroidiſſement: on doit donc la regarder comme une diſſolution mixte, faite en partie par l'air, & en partie par le calorique. Mais il eſt un autre genre d'évaporation, c'eſt celle qui a lieu à l'égard d'un fluide entretenu toujours bouillant; l'évaporation qui ſe fait alors par l'action de l'air n'eſt plus que d'un objet très-médiocre en comparaiſon de celle qui eſt occaſionnée par l'action du calorique: ce n'eſt plus, à proprement parler,

ler, l'évaporation qui a lieu, mais la vaporiſation; or cette dernière opération ne s'accélère pas en raiſon des ſurfaces évaporantes, mais en raiſon des quantités de calorique qui ſe combinent avec le liquide. Un trop grand courant d'air froid nuit quelquefois dans ces occaſions à la rapidité de l'évaporation, par la raiſon qu'il enlève du calorique à l'eau, & qu'il ralentit par conſéquent ſa converſion en vapeurs. Il n'y a donc nul inconvénient à couvrir juſqu'à un certain point le vaſe où l'on fait évaporer un liquide entretenu toujours bouillant, pourvû que le corps qui couvre ſoit de nature à dérober peu de calorique, qu'il ſoit, pour me ſervir d'une expreſſion du docteur Francklin, mauvais conducteur de chaleur; les vapeurs s'échappent alors par l'ouverture qui leur eſt laiſſée, & il s'en évapore au moins autant & ſouvent plus que quand on laiſſe un accès libre à l'air extérieur.

Comme dans l'évaporation, le liquide que le calorique enlève eſt abſolument perdu, comme on le ſacrifie pour conſerver la ſubſtance fixe avec laquelle il étoit combiné, on n'évapore jamais que des matières peu précieuſes, telles par exemple que l'eau. Lorſqu'elles ont plus de valeur, on a recours à la diſtillation: autre opération dans laquelle on conſerve à la

fois & le corps fixe & le corps volatil.

Les vaiſſeaux dont on ſe ſert pour les évaporations, ſont des baſſines de cuivre ou d'argent, quelquefois de plomb, telles que celle repréſentée *planche II*, *fig. 13*, des caſſeroles également de cuivre ou d'argent, *fig. 15*.

Des capſules de verre, *pl. III*, *fig. 3 & 4*.

Des jattes de porcelaine.

Des terrines de grès A, *planche II*, *fig. 1 & 2*.

Mais les meilleures de toutes les capſules à évaporer, ſont des fonds de cornue & des portions de matras de verre. Leur *minceur* qui eſt égale par-tout, les rend plus propres que tout autre vaiſſeau à ſe prêter, ſans ſe caſſer, à une chaleur bruſque & à des alternatives ſubites de chaud & de froid. On peut les faire ſoi-même dans les laboratoires, & elles reviennent beaucoup moins cher que les capſules qu'on achète chez les fayanciers. Cet art de couper le verre ne ſe trouve décrit nulle part, & je vais en donner une idée.

On ſe ſert d'anneaux de fer A C, *pl. III*, *fig. 5*, que l'on ſoude à une tige de fer A B, garnie d'un manche de bois D. On fait rougir l'anneau de fer dans un fourneau, puis on poſe deſſus le matras G, *fig. 6*, qu'on ſe propoſe de couper: lorſqu'on juge que le verre a été ſuffi-

ſamment échauffé par l'anneau de fer rouge, on jette quelques gouttes d'eau deſſus, & le matras ſe caſſe ordinairement juſte dans la ligne circulaire qui étoit en contact avec l'anneau de fer.

D'autres vaiſſeaux évaporatoires, d'un excellent uſage, ſont de petites fioles de verre, qu'on déſigne dans le commerce ſous le nom de fioles à médecine. Ces bouteilles qui ſont de verre mince & commun, ſupportent le feu avec une merveilleuſe facilité, & ſont à très-bon marché. Il ne faut pas craindre que leur figure nuiſe à l'évaporation de la liqueur. J'ai déjà fait voir que toutes les fois qu'on évaporoit le liquide au degré de l'ébullition, la figure du vaiſſeau contribuoit ou nuiſoit peu à la célérité de l'opération, ſur-tout quand les parois ſupérieures du vaiſſeau etoient mauvais conducteurs de chaleur, comme le verre. On place une ou pluſieurs de ces fioles ſur une ſeconde grille de fer FG, *planche III*, *fig.* 2, qu'on poſe ſur la partie ſupérieure d'un fourneau, & ſous laquelle on entretient un feu doux. On peut ſuivre de cette manière un grand nombre d'expériences à la fois.

Un autre appareil évaporatoire aſſez commode & aſſez expéditif conſiſte dans une cornue de verre qu'on met au bain de ſable, comme

on le voit *planche III*, *fig. 1*, & qu'on recouvre avec un dôme de terre cuite : mais l'opération eſt toujours beaucoup plus lente, quand on ſe ſert du bain de ſable; elle n'eſt pas d'ailleurs exempte de dangers, parce que le ſable s'échauffant inégalement, tandis que le verre ne peut pas ſe prêter à des degrés de dilatation locale, le vaiſſeau eſt ſouvent expoſé à caſſer. Il arrive même quelquefois que le ſable chaud fait exactement l'office des anneaux de fer repréſentés *planche III*, *fig 5 & 6*, ſur-tout lorſque le vaſe contient un fluide qui diſtille. Une goutte de fluide qui s'éclabouſſe & qui vient tomber ſur les parois du vaiſſeau à l'endroit du contact de l'anneau de ſable, le fait caſſer circulairement en deux parties terminées par une ligne bien tranchée.

Dans les cas où l'évaporation exige une grande intenſité de feu, on ſe ſert de creuſets de terre; mais en général on entend le plus communément par le mot *évaporation* une opération qui ſe fait au degré de l'eau bouillante, ou très-peu au-deſſus.

§. IV.

De la Criſtalliſation.

La criſtalliſation eſt une opération dans laquelle les parties intégrantes d'un corps ſépa-

rées les unes des autres par l'interpoſition d'un fluide, ſont déterminées par la force d'attraction qu'elles exercent les unes ſur les autres, à ſe rejoindre pour former des maſſes ſolides.

Lorſque les molécules d'un corps ſont ſimplement écartées par le calorique, & qu'en vertu de cet écartement ce corps eſt porté à l'état de liquide, il ne faut, pour le ramener à l'état de ſolide, c'eſt-à-dire pour opérer ſa criſtalliſation, que ſupprimer une partie du calorique logé entre ſes molécules, autrement dit le refroidir. Si le refroidiſſement eſt lent & ſi en même tems il y a repos, les molécules prennent un arrangement régulier, & alors il y a criſtalliſation proprement dite : ſi au contraire le refroidiſſement eſt rapide, ou ſi en ſuppoſant un refroidiſſement lent on agite le liquide au moment où il va paſſer à l'état concret, il y a criſtalliſation confuſe.

Les mêmes phénomènes ont lieu dans les ſolutions par l'eau ; ou pour mieux dire, les ſolutions par l'eau ſont toujours mixtes, comme je l'ai déjà fait voir dans le paragraphe premier de ce chapitre : elles s'opèrent en partie par l'action de l'eau, en partie par celle du calorique. Tant qu'il y a ſuffiſamment d'eau & de calorique pour écarter les molécules du ſel, au point qu'elles ſoient hors de leur ſphère

d'attraction, le ſel demeure dans l'état fluide. L'eau & le calorique viennent-ils à manquer, & l'attraction des molécules ſalines les unes par rapport aux autres devient-elle victorieuſe, le ſel reprend la forme concrète, & la figure des criſtaux eſt d'autant plus régulière, que l'évaporation a été plus lente & faite dans un lieu plus tranquille.

Tous les phénomènes qui ont lieu dans la ſolution des ſels ſe retrouvent également dans leur criſtalliſation, mais dans un ſens inverſe. Il y a dégagement de calorique au moment où le ſel ſe réunit & reparoît ſous ſa forme concrète & ſolide, & il en réſulte une nouvelle preuve que les ſels ſont tenus à la fois en diſſolution par l'eau & par le calorique. C'eſt par cette raiſon qu'il ne ſuffit pas pour faire criſtalliſer les ſels qui ſe liquéfient aiſément par le calorique, de leur enlever l'eau qui les tenoit en diſſolution; il faut encore leur enlever le calorique, & le ſel ne criſtalliſe qu'autant que ces deux conditions ſont remplies. Le ſalpêtre, le muriate oxygéné de potaſſe, l'alun, le ſulfate de ſoude, &c. en fourniſſent des exemples. Il n'en eſt pas de même des ſels qui exigent peu de calorique pour être tenus en diſſolution, & qui par cela même ſont à peu près également ſolubles dans l'eau chaude & dans l'eau froide; il

ſuffit de leur enlever l'eau qui les tenoit en diſſolution pour les faire criſtalliſer, & ils reparoiſſent ſous forme concrète dans l'eau bouillante même, comme on l'obſerve relativement au ſulfate de chaux, aux muriates de ſoude & de potaſſe, & à beaucoup d'autres.

C'eſt ſur ces propriétés des ſels & ſur leur différence de ſolubilité à chaud & à froid, qu'eſt fondé le raffinage du ſalpêtre. Ce ſel, tel qu'il eſt retiré par une première opération, & tel qu'il eſt livré par les ſalpêtriers, eſt compoſé de ſels déliqueſcens qui ne ſont pas ſuſceptibles de criſtalliſer, tels que le nitrate & le muriate de chaux; de ſels qui ſont preſqu'également ſolubles à chaud & à froid, tels que les muriates de potaſſe & de ſoude; enfin de ſalpêtre, qui eſt beaucoup plus ſoluble à chaud qu'à froid.

On commence par verſer ſur tous ces ſels confondus enſemble une quantité d'eau ſuffiſante pour tenir en diſſolution les moins ſolubles de tous, & ce ſont les muriates de ſoude & de potaſſe. Cette quantité d'eau tient facilement en diſſolution tout le ſalpêtre, tant qu'elle eſt chaude; mais il n'en eſt plus de même lorſqu'elle ſe refroidit: la majeure partie du ſalpêtre criſtalliſe, il n'en reſte qu'environ un ſixième tenu en diſſolution, & qui ſe trouve

confondu avec le nitrate calcaire & avec les muriates.

Le ſalpêtre qu'on obtient ainſi eſt un peu imprégné de ſels étrangers, parce qu'il a criſtalliſé dans une eau qui elle-même en étoit chargée ; mais on l'en dépouille complètement par une nouvelle diſſolution à chaud avec très-peu d'eau & par une nouvelle criſtalliſation.

A l'égard des eaux ſurnageantes à la criſtalliſation du ſalpêtre, & qui contiennent un mêlange de ſalpêtre & de différens ſels, on les fait évaporer pour en tirer du ſalpêtre brut, qu'on puriſie enſuite également par deux nouvelles diſſolutions & criſtalliſations.

Les ſels à baſe terreuſe qui ſont incriſtalliſables, ſont rejettés s'ils ne contiennent point de nitrates ; ſi au contraire ils en contiennent, on les étend avec de l'eau, on précipite la terre par le moyen de la potaſſe, on laiſſe dépoſer, on décante, on fait évaporer & on met à criſtalliſer.

Ce qui s'obſerve dans le raffinage du ſalpêtre, peut ſervir de règle toutes les fois qu'il eſt queſtion de ſéparer par voie de criſtalliſation pluſieurs ſels mêlés enſemble. Il faut alors étudier la nature de chacun, la proportion qui s'en diſſout dans des quantités données d'eau, leur différence de ſolubilité à chaud & à froid. Si à

ces propriétés principales on joint celle qu'ont quelques ſels de ſe diſſoudre dans l'alkool ou dans un mêlange d'alkool & d'eau, on verra qu'on a des reſſources très multipliées pour opérer la ſéparation des ſels par voie de criſtalliſation. Mais il faut convenir en même tems qu'il eſt difficile de rendre cette ſéparation complète & abſolue.

Les vaiſſeaux qu'on emploie pour la criſtalliſation des ſels, ſont des terrines de grès A, *planc. II*, *figures 1 & 2*, & de grandes capſules applaties, *planche III*, *fig. 7*.

Lorſqu'on abandonne une ſolution ſaline à une évaporation lente, à l'air libre & à la chaleur de l'atmoſphère, on doit employer des vaſes un peu élevés, tels que celui repréſenté *pl. III*, *fig.* 3, afin qu'il y ait une épaiſſeur un peu conſidérable de liqueur; on obtient par ce moyen des criſtaux beaucoup plus gros & auſſi réguliers qu'on puiſſe l'eſpérer.

Non-ſeulement tous les ſels criſtalliſent ſous différentes formes, mais encore la criſtalliſation de chaque ſel varie ſuivant les circonſtances de la criſtalliſation. Il ne faut pas en conclure que la figure des molécules ſalines ait rien d'indéterminé dans chaque eſpèce: rien n'eſt plus conſtant au contraire que la figure des molécules primitives des corps, ſur-tout à l'égard

des ſels. Mais les criſtaux qui ſe forment ſous nos yeux, ſont des aggrégations de molécules, & ces molécules, quoique toutes parfaitement égales en figure & en groſſeur, peuvent prendre des arrangemens différens, qui donnent lieu à une grande variété de figures toutes régulières, & qui paroiſſent quelquefois n'avoir aucun rapport, ni entr'elles, ni avec la figure du criſtal originaire. Cet objet a été ſavamment traité par M. l'Abbé Haüy, dans pluſieurs Mémoires préſentés à l'Académie, & dans un Ouvrage ſur la ſtructure des criſtaux. Il ne reſte plus même qu'à étendre à la claſſe des ſels ce qu'il a fait plus particulièrement pour quelques pierres criſtalliſées.

§. V.

De la Diſtillation ſimple.

La diſtillation a deux objets bien déterminés: je diſtinguerai en conſéquence deux eſpèces de diſtillation, la diſtillation ſimple & la diſtillation compoſée. C'eſt uniquement de la première dont je m'occuperai dans cet article.

Lorſqu'on ſoumet à la diſtillation deux corps dont l'un eſt plus volatil, c'eſt-à-dire, a plus d'affinité que l'autre avec le calorique, le but qu'on ſe propoſe eſt de les ſéparer: le plus

volatil prend la forme de gaz, & on le condenſe enſuite par refroidiſſement dans des appareils propres à remplir cet objet. La diſtillation n'eſt alors, comme l'évaporation, qu'une opération en quelque façon mécanique qui ſépare l'une de l'autre deux ſubſtances, ſans les décompoſer & ſans en altérer la nature. Dans l'évaporation c'étoit le produit fixe qu'on cherchoit à conſerver, ſans s'embarraſſer de conſerver le produit volatil; dans la diſtillation au contraire on s'attache le plus communément à recueillir le produit volatil, à moins qu'on ne ſe propoſe de les conſerver tous deux. Ainſi la diſtillation ſimple bien analyſée ne doit être conſidérée que comme une évaporation en vaiſſeaux clos.

Le plus ſimple de tous les appareils diſtillatoires eſt une bouteille A, *planc. III*, *fig. 8*, dont on courbe, dans la verrerie même, le col B C en B D. Cette bouteille ou fiole porte alors le nom de cornue; on la place ou dans un fourneau de reverbère, comme on le voit *planche XIII*, *fig. 2*, ou au bain de ſable ſous une couverture de terre cuite, comme on le voit *planche III*, *fig. 1*. Pour recueillir & pour condenſer les produits, on adapte à la cornue un récipient E, *planche III*, *fig. 9*, qu'on lutte avec elle: quelquefois, ſur-tout dans les opé-

rations de pharmacie, on ſe ſert d'une cucurbite de verre ou de grès A, *planche III*, *fig. 12*, ſurmontée de ſon chapiteau B, ou bien d'un alambic de verre auquel tient un chapiteau d'une ſeule pièce, *figure 13*. On ménage à ce dernier une tubulure, c'eſt-à-dire une ouverture T, qu'on bouche avec un bouchon de criſtal uſé à l'émeril. On voit que le chapiteau B de l'alambic a une rigole *r r*, deſtinée à recevoir la liqueur qui ſe condenſe, & à la conduire au bec *r* S par lequel elle s'écoule.

Mais, comme dans preſque toutes les diſtillations il y a une expanſion de vapeurs qui pourroit faire éclater les vaiſſeaux, on eſt obligé de ménager au ballon ou récipient E, *fig. 9*, un petit trou T, par lequel on donne iſſue aux vapeurs. D'où l'on voit qu'on perd dans cette manière de diſtiller tous les produits qui ſont dans un état conſtamment aériforme, & ceux même qui, ne perdant pas facilement cet état, n'ont pas le tems d'être condenſés dans l'intérieur du ballon. Cet appareil ne peut donc être employé que dans les opérations courantes des laboratoires & dans la pharmacie, mais il eſt inſuffiſant pour toutes les opérations de recherches. Je détaillerai à l'article de la diſtillation compoſée, les moyens qu'on a imaginés pour recueillir ſans perte la totalité des produits.

Les vaiſſeaux de verre étant très-fragiles & ne réſiſtant pas toujours aux alternatives bruſques du chaud & du froid, on a imaginé de faire des appareils diſtillatoires en métal. Ces inſtrumens ſont néceſſaires pour diſtiller de l'eau, des liqueurs ſpiritueuſes, pour obtenir les huiles eſſentielles des végétaux, &c. On ne peut ſe diſpenſer dans un laboratoire bien monté d'avoir un ou deux alambics de cette eſpèce & de différente grandeur.

Cet appareil diſtillatoire conſiſte dans une cucurbite de cuivre rouge étamé A, *pl. III, fig. 15 & 16*, dans laquelle s'ajuſte, lorſqu'on le juge à propos, un bain-marie d'étain D, *figure 17*, & ſur lequel on place le chapiteau F. Ce chapiteau peut également s'ajuſter ſur la cucurbite de cuivre, ſans bain-marie ou avec le bain-marie, ſuivant la nature des opérations. Tout l'intérieur du chapiteau doit être en étain.

Il eſt néceſſaire, ſur-tout pour la diſtillation des liqueurs ſpiritueuſes, que le chapiteau F de l'alambic ſoit garni d'un réfrigérent SS, *fig. 16*, dans lequel on entretient toujours de l'eau fraîche. On la laiſſe écouler par le moyen du robinet R, quand on s'apperçoit qu'elle devient trop chaude, & on la renouvelle avec de la fraîche. Il eſt aiſé de concevoir quel eſt l'uſage de cette eau; l'objet de la diſtillation eſt de

convertir en gaz la matière qu'on veut diſtiller & qui eſt contenue dans la cucurbite, & cette converſion ſe fait à l'aide du calorique fourni par le feu du fourneau : mais il n'y auroit pas de diſtillation, ſi ce même gaz ne ſe condenſoit pas dans le chapiteau, s'il n'y perdoit pas la forme de gaz & ne redevenoit pas liquide. Il eſt donc néceſſaire que la ſubſtance que l'on diſtille dépoſe dans le chapiteau tout le calorique qui s'y étoit combiné dans la cucurbite, & par conſéquent que les parois du chapiteau ſoient toujours entretenues à une température plus baſſe que celle qui peut maintenir la ſubſtance à diſtiller dans l'état de gaz. L'eau du réfrigérent eſt deſtinée à remplir cet office. On ſait que l'eau ſe convertit en gaz à 80 degrés du thermomètre françois, l'eſprit-de-vin ou alkool à 67, l'éther à 32 ; on conçoit donc que ces ſubſtances ne diſtilleroient pas, ou plutôt qu'elles s'échapperoient en vapeurs aériformes, ſi la chaleur du réfrigérent n'étoit pas entretenue au-deſſous de ces degrés reſpectifs.

Dans la diſtillation des liqueurs ſpiritueuſes & en général des liqueurs très-expanſives, le réfrigérent ne ſuffit pas pour condenſer toutes les vapeurs qui s'élèvent de la cucurbite : alors au lieu de recevoir directement la liqueur du bec T U de l'alambic dans un récipient, on inter-

poſe entre deux un ſerpentin. On donne ce nom à un inſtrument repréſenté *fig. 18*. Il conſiſte en un tuyau tourné en ſpirale, & qui fait un grand nombre de révolutions dans un ſeau de cuivre étamé BCDE. On entretient toujours de l'eau dans ce ſeau, & on la renouvelle quand elle s'échauffe. Cet inſtrument eſt en uſage dans tous les atteliers de fabrication d'eau-de-vie; on n'y emploie pas même de chapiteau proprement dit ni de réfrigérent, & toute la condenſation s'opère dans le ſerpentin. Celui repréſenté dans la *figure 18*, a un tuyau double dont l'un eſt ſpécialement deſtiné à la diſtillation des matières odorantes.

Quelquefois, même dans la diſtillation ſimple, on eſt obligé d'ajouter une allonge entre la cornue & le récipient, comme on le voit *fig. 11*. Cette diſpoſition peut avoir deux objets; ou de ſéparer l'un de l'autre des produits de différens degrés de volatilité, ou d'éloigner le récipient du fourneau, afin que la matière qui doit y être contenue éprouve moins de chaleur. Mais ces appareils & pluſieurs autres plus compliqués qui ont été imaginés par les anciens, ſont bien éloignés de répondre aux vues de la Chimie moderne: on en jugera par les détails dans leſquels j'entrerai à l'article de la diſtillation compoſée.

§. VI.

De la Sublimation.

On donne le nom de ſublimation à la diſtillation des matières qui ſe condenſent dans un état concret : ainſi on dit la ſublimation du ſoufre, la ſublimation du ſel ammoniac ou muriate ammoniacal, &c. Ces opérations n'exigent pas d'appareils particuliers ; cependant on a coutume d'employer pour la ſublimation du ſoufre, ce qu'on nomme des aludels. Ce ſont des vaiſſeaux de terre ou de fayance qui s'ajuſtent les uns avec les autres, & qui ſe placent ſur une cucurbite qui contient le ſoufre.

Un des meilleurs appareils ſublimatoires pour les matières qui ne ſont point très-volatiles, eſt une fiole à médecine qu'on enfonce aux deux tiers dans un bain de ſable ; mais alors on perd une partie du produit. Toutes les fois qu'on veut les conſerver tous, il faut ſe rapprocher des appareils pneumato-chimiques, dont je vais donner la deſcription dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE

CHAPITRE VI.

Des Diſtillations pneumato-chimiques, des Diſſolutions métalliques, & de quelques autres opérations qui exigent des Appareils très-compliqués.

§. PREMIER.

Des Diſtillations compoſées, & des Diſtillations pneumato-chimiques.

JE n'ai preſenté dans le §. 5 du Chapitre précédent, la diſtillation, que comme une opération ſimple, dont l'objet eſt de ſéparer l'une de l'autre deux ſubſtances de volatilité différente : mais le plus ſouvent la diſtillation fait plus; elle opère une véritable décompoſition du corps qui y eſt ſoumis : elle ſort alors de la claſſe des opérations ſimples, & elle rentre dans l'ordre de celles qu'on peut regarder comme des plus compliquées de la chimie. Il eſt ſans doute de l'eſſence de toute diſtillation, que la ſubſtance que l'on diſtille ſoit réduite à l'état de gaz dans la cucurbite par ſa combinaiſon avec le calorique; mais dans la diſtilla-

tion ſimple ce même calorique ſe dépoſe dans le réfrigerent ou dans le ſerpentin, & la même ſubſtance reprend ſon état de liquidité. Il n'en eſt pas ainſi dans la diſtillation compoſée; il y a dans cette opération décompoſition abſolue de la ſubſtance ſoumiſe à la diſtillation: une portion telle que le charbon demeure fixe dans la cornue, tout le reſte ſe réduit en gaz d'un grand nombre d'eſpèces. Les uns ſont ſuſceptibles de ſe condenſer par le refroidiſſement, & de reparoître ſous forme concrète & liquide; les autres demeurent conſtamment dans l'état aériforme; ceux-ci ſont abſorbables par l'eau, ceux-là le ſont par les alkalis; enfin quelques-uns ne ſont abſorbables par aucune ſubſtance. Un appareil diſtillatoire ordinaire, & tel que ceux que j'ai décrits dans le chapitre précédent, ne ſuffiroit pas pour retenir & pour ſéparer des produits auſſi variés: on eſt donc obligé d'avoir recours à des moyens beaucoup plus compliqués.

Je pourrois placer ici un hiſtorique des tentatives qui ont été ſucceſſivement faites pour retenir les produits aériformes qui ſe dégagent des diſtillations; ce ſeroit une occaſion de citer Hales, Rouelle, Woulfe & pluſieurs autres chimiſtes célèbres; mais comme je me ſuis fait une loi d'être auſſi concis qu'il ſe-

roit poſſible, j'ai penſé qu'il valoit mieux décrire tout d'un coup l'appareil le plus parfait, plutôt que de fatiguer le lecteur par le détail de tentatives infructueuſes faites dans un tems où l'on n'avoit encore que des idées très-imparfaites ſur la nature des gaz en général. L'appareil dont je vais donner la deſcription eſt deſtiné à la plus compliquée de toutes les diſtillations : on pourra le ſimplifier enſuite ſuivant la nature des opérations.

A, *planche IV, figure 1*, repréſente une cornue de verre tubulée en H, dont le col B s'ajuſte avec un ballon G C à deux pointes. A la tubulure ſupérieure D de ce ballon s'ajuſte un tube de verre D E *f g* qui vient plonger par ſon extrémité *g* dans la liqueur contenue dans la bouteille L. A la ſuite de la bouteille L qui eſt tubulée en *x x x* ſont trois autres bouteilles L', L'', L''', qui ont de même trois tubulures ou gouleaux x', x', x'; x'', x'', x''; x''', x''', x'''. Chaque bouteille eſt liée par un tube de verre xyz'; $x'y'z''$, $x''y''z'''$; enfin à la dernière tubulure de la bouteille L''' eſt adapté un tube x''' R M qui aboutit ſous une cloche de verre, laquelle eſt placée ſur la tablette de l'appareil pneumato-chimique. Communément on met dans la première bouteille un poids bien connu d'eau diſtillée, & dans les trois autres de la potaſſe

cauſtique étendue d'eau : la tarre de ces bouteilles & le poids de la liqueur alkaline qu'elles contiennent doivent être déterminés avec un très-grand ſoin. Tout étant ainſi diſpoſé, on lute toutes les jointures, ſavoir celle B de la cornue au ballon, & celle D de la tubulure ſupérieure du ballon avec du lut gras recouvert de toile imbibée de chaux & de blanc d'œuf, & toutes les autres avec un lut de térébenthine cuite & de cire fondues enſemble.

On voit d'après ces diſpoſitions que lorſqu'on a mis le feu ſous la cornue A, & que la ſubſtance qu'elle contient a commencé à ſe décompoſer, les produits les moins volatils doivent ſe condenſer & ſe ſublimer dans le col même de la cornue, & que c'eſt principalement-là que doivent ſe raſſembler les ſubſtances concrètes : que les matières plus volatiles telles que les huiles légères, l'ammoniaque & beaucoup d'autres ſubſtances, doivent ſe condenſer dans le matras G C ; que les gaz, au contraire, qui ne peuvent être condenſés par le froid, doivent bouillonner à travers les liqueurs contenues dans les bouteilles L L′L″L‴ ; que tout ce qui eſt abſorbable par l'eau doit reſter dans la bouteille L ; que tout ce qui eſt ſuſceptible d'être abſorbé par l'alkali doit reſter dans les bouteilles L′L″L‴, enfin que les gaz qui ne ſont

abſorbables ni par l'eau, ni par les alkalis, doivent s'échapper par le tube R M, à la ſortie duquel ils peuvent être reçus dans des cloches de verre. Enfin ce qu'on appeloit autrefois le *caput mortuum*, le charbon & la terre comme abſolument fixes, doivent reſter dans la cornue.

On a toujours dans cette manière d'opérer une preuve matérielle de l'exactitude du réſultat; car le poids des matières en total doit être le même avant & après l'opération: ſi donc on a opéré par exemple ſur 8 onces de gomme arabique ou d'amidon, le poids du réſidu charbonneux qui reſtera dans la cornue A après l'opération, plus celui des produits raſſemblés dans ſon col & dans le matras G C, plus celui du gaz raſſemblé dans la cloche M, plus enfin l'augmentation de poids acquiſe par les bouteilles L, L', L'', L'''; tous ces poids, dis-je, réunis doivent former un total de 8 onces. S'il y a plus ou moins, il y a erreur, & il faut recommencer l'expérience juſqu'à ce qu'on ait un réſultat dont on ſoit ſatisfait, & qui diffère à peine de 6 ou 8 grains par livre de matière miſe en expérience.

J'ai rencontré long-tems dans ce genre d'expériences des difficultés preſqu'inſurmontables, & qui m'auroient obligé d'y renoncer, ſi je ne fuſſe parvenu enfin à les lever par un moyen

très-ſimple, & dont M. Haſſenfratz m'a fourni l'idée. Le moindre ralentiſſement dans le degré de feu du fourneau, & beaucoup d'autres circonſtances inſéparables de ce genre d'expériences occaſionnent ſouvent des réabſorptions de gaz : l'eau de la cuve rentre rapidement dans la bouteille L''' par le tube x''' R M : la même choſe arrive d'une bouteille à l'autre, & ſouvent la liqueur remonte juſques dans le ballon C. On prévient ces accidens en employant des bouteilles à trois tubulures, & en adaptant à l'une d'elles un tube capillaire S t, $s't'$, $s''t''$, $s'''t'''$, dont le bout doit plonger dans la liqueur des bouteilles. S'il y a abſorption ſoit dans la cornue, ſoit dans quelques-unes des bouteilles, il rentre par ces tubes de l'air extérieur qui remplace le vuide qui s'eſt formé, & on en eſt quitte pour avoir un petit mêlange d'air commun dans les produits ; mais au moins l'expérience n'eſt pas entièrement manquée. Ces tubes peuvent bien admettre de l'air extérieur, mais ils ne peuvent en laiſſer échapper, parce qu'ils ſont toujours bouchés dans leur partie inférieure t t' t'' t''' par le fluide des bouteilles.

On conçoit que pendant le cours de l'expérience, la liqueur des bouteilles doit remonter dans chacun de ces tubes à une hauteur relative à la preſſion qu'éprouve l'air ou le

gaz contenu dans la bouteille; or cette preſſion eſt déterminée par la hauteur & par le poids de la colonne de liquide contenu dans toutes les bouteilles ſubſéquentes. En ſuppoſant donc qu'il y ait trois pouces de liqueur dans chaque bouteille, que la hauteur de l'eau de la cuve ſoit également de trois pouces au-deſſus de l'orifice du tuyau R M, enfin que la peſanteur ſpécifique des liqueurs contenues dans les bouteilles ne differe pas ſenſiblement de celle de l'eau; l'air de la bouteille L ſera comprimé par un poids égal à celui d'une colonne d'eau de 12 pouces. L'eau s'élevera donc de 12 pouces dans le tube S *t*, d'où il réſulte qu'il faut donner à ce tube plus de 12 pouces de longueur au-deſſus du niveau du liquide *a b*. Le tube *s' t'* doit par la même raiſon avoir plus de 9 pouces, le tube *s'' t''* plus de ſix, & le tube *s''' t'''* plus de trois. On doit au ſurplus donner à ces tubes plus que moins de longueur à cauſe des oſcillations qui ont ſouvent lieu. On eſt obligé dans quelques cas d'introduire un ſemblable tube entre la cornue & le ballon; mais comme ce tube ne plonge point dans l'eau, comme il n'eſt point bouché par un liquide, au moins juſqu'à ce qu'il en ait paſſé par le progrès de la diſtillation, il faut en boucher l'ouverture ſupérieure avec un peu de lut, &

ne l'ouvrir qu'au beſoin, ou lorſqu'il y a aſſez de liquide dans le matras C pour fermer l'extrêmité du tube.

L'appareil dont je viens de donner la deſcription, ne peut pas être employé dans des expériences exactes, toutes les fois que les matières qu'on ſe propoſe de traiter ont une action trop rapide l'une ſur l'autre, ou lorſque l'une des deux ne doit être introduite que ſucceſſivement & par petites parties, comme il arrive dans les mêlanges qui font une violente effervescence. On ſe ſert alors d'une cornue tubulée A, *planche VII, fig. 1.* On y introduit l'une des deux ſubſtances, & de préférence celle qui eſt concrète, puis on adapte & on lute à la tubulure un tube recourbé B C D A terminé dans ſa partie ſupérieure B en entonnoir, & par ſon extrêmité A en un tube capillaire: c'eſt par l'entonnoir B de ce tube qu'on verſe la liqueur. Il faut que la hauteur B C ſoit aſſez grande pour que la liqueur qu'on doit introduire puiſſe faire équilibre avec la réſiſtance occaſionnée par celle contenue dans les bouteilles L L'L"L", *planche IV, figure 1.*

Ceux qui n'ont pas l'habitude de ſe ſervir de l'appareil diſtillatoire que je viens de décrire, ne manqueront pas de s'effrayer de la grande quantité d'ouvertures qu'on eſt obligé

de luter, & du tems qu'exigent les préliminaires de ſemblables expériences ; & en effet ſi on fait entrer en ligne de compte les peſées qu'il eſt néceſſaire de faire avant l'expérience & de répéter après, les préparatifs ſont beaucoup plus longs que l'expérience elle-même. Mais auſſi on eſt bien dédommagé de ſes peines quand l'expérience réuſſit, & on acquiert en une ſeule fois plus de connoiſſances ſur la nature de la ſubſtance animale ou végétale qu'on a ſoumiſe à la diſtillation, que par pluſieurs ſemaines du travail le plus aſſidu.

A defaut de bouteilles triplement tubulées, on ſe ſert de bouteilles à deux gouleaux : il eſt même poſſible de mettre les trois tubes dans la même ouverture, & de ſe ſervir de bouteilles ordinaires à gouleaux renverſés pourvu que l'ouverture ſoit ſuffiſamment grande. Il faut avoir ſoin d'ajuſter ſur les bouteilles des bouchons qu'on uſe avec une lime très-douce, & qu'on fait bouillir dans un mêlange d'huile, de cire & de térébenthine. On perce à travers ces bouchons avec une lime nommée queue de rat, voyez *planche I, fig. 16*, autant de trous qu'il eſt néceſſaire pour le paſſage des tubes : on voit un de ces bouchons repréſenté, *pl. IV, figure 8.*

§. II.

Des Diſſolutions métalliques.

J'ai déja fait ſentir lorſque j'ai parlé de la ſolution des ſels dans l'eau, combien il exiſtoit de différence entre cette opération & la diſſolution métallique. On a vu que la ſolution des ſels n'exigeoit aucun appareil particulier, & que tout vaſe y étoit propre. Il n'en eſt pas de même de la diſſolution des métaux; pour ne rien perdre dans cette dernière, & pour obtenir des réſultats vraiment concluans, il faut employer des appareils très-compliqués, & dont l'invention appartient abſolument aux chimiſtes de notre âge.

Les métaux en général ſe diſſolvent avec efferveſcence dans les acides; or l'effet auquel on a donné le nom d'efferveſcence n'eſt autre choſe qu'un mouvement excité dans la liqueur diſſolvante par le dégagement d'un grand nombre de bulles d'air ou de fluide aériforme qui partent de la ſurface du métal, & qui crèvent en ſortant de la liqueur diſſolvante.

M. Cavendish & M. Prieſtley ſont les premiers qui aient imaginé des appareils ſimples pour recueillir ces fluides elaſtiques. Celui de M. Prieſtley conſiſte en une bouteille A, *pl. VII*,

figure 2, bouchée en B avec un bouchon de liège troué dans ſon milieu, & qui laiſſe paſſer un tube de verre recourbé en B C, qui s'engage ſous des cloches remplies d'eau, & renverſées dans un baſſin plein d'eau : on commence par introduire le métal dans la bouteille A, on verſe l'acide par-deſſus, puis on bouche avec le bouchon garni de ſon tube B C.

Mais cet appareil n'eſt pas ſans inconvénient, du moins pour des expériences très-exactes. Premièrement lorſque l'acide eſt très-concentré, & que le métal eſt très-diviſé, l'effervescence commence ſouvent avant qu'on ait eu le tems de boucher la bouteille ; il y a perte de gaz, & on ne peut plus déterminer les quantités avec exactitude. Secondement dans toutes les opérations où l'on eſt obligé de faire chauffer, il y a une partie de l'acide qui ſe diſtille & qui ſe mêle avec l'eau de la cuve ; en ſorte qu'on ſe trompe dans le calcul des quantités d'acide décompoſées. Troiſièmement enfin l'eau de la cuve abſorbe tous les gaz ſuſceptibles de ſe combiner avec l'eau, & il eſt impoſſible de les recueillir ſans perte.

Pour remédier à ces inconvéniens, j'avois d'abord imaginé d'adapter à une bouteille à deux gouleaux A, *planche VII*, *figure 3*, un entonnoir de verre B C qu'on y lute de ma-

nière à ne laiſſer aucune iſſue à l'air. Dans cet entonnoir entre une tige de criſtal D E uſée en D à l'émeri avec l'entonnoir, de manière à le fermer comme le bouchon d'un flacon.

Lorſqu'on veut opérer, on commence par introduire dans la bouteille A la matière à diſſoudre: on lute l'entonnoir, on le bouche avec la tige D E, puis on y verſe de l'acide qu'on fait paſſer dans la bouteille en auſſi petite quantité que l'on veut, en ſoulevant doucement la tige: on répète ſucceſſivement cette opération juſqu'à ce qu'on ſoit arrivé au point de ſaturation.

On a employé depuis un autre moyen qui remplit le même objet, & qui dans certains cas eſt préférable: j'en ai déjà donné une idée dans le paragraphe précédent. Il conſiſte à adapter à l'une des tubulures de la bouteille A, *pl. VII, fig. 4*, un tube recourbé D E F G terminé en D par une couverture capillaire, & en G par un entonnoir ſoudé au tube; on le lute ſoigneuſement & ſolidement dans la tubulure C. Lorſqu'on verſe une petite goutte de liqueur dans le tube par l'entonnoir G, elle tombe dans la partie F; ſi on en ajoute davantage, elle parvient à dépaſſer la courbure E & à s'introduire dans la bouteille A: l'écoulement dure tant qu'on fournit de nouvelle liqueur par l'entonnoir G. On conçoit qu'elle ne peut

jamais être chaſſée en dehors du tube E F G, & qu'il ne peut jamais ſortir d'air ou de gaz de la bouteille; parce que le poids de la liqueur l'en empêche & fait l'effet d'un véritable bouchon.

Pour remédier au ſecond inconvénient, à celui de la diſtillation de l'acide, qui s'opère ſur-tout dans les diſſolutions qui ſont accompagnées de chaleur, on adapte à la cornue A, *planc. VII*, *fig. 1*, un petit matras tubulé M qui reçoit la liqueur qui ſe condenſe.

Enfin pour ſéparer les gaz abſorbables par l'eau, tel que le gaz acide carbonique, on ajoute une bouteille L à deux gouleaux dans laquelle on met de l'alkali pur étendu d'eau : l'alkali abſorbe tout le gaz acide carbonique, & il ne paſſe plus, communément, ſous la cloche par le tube N O, qu'une ou deux eſpèces de gaz tout au plus : on a vu dans le premier chapitre de cette troiſième partie comment on parvenoit à les ſéparer. Si une bouteille d'alkali ne ſuffit pas, on en ajoute juſqu'à trois & quatre.

§. III.

Des Appareils relatifs aux fermentations vineuſe & putride.

La fermentation vineuſe & la fermentation

putride exigent des appareils particuliers, & deſtinés uniquement à ce genre d'expériences. Je vais décrire celui que j'ai cru devoir définitivement adopter, après y avoir fait ſucceſſivement un grand nombre de corrections.

On prend un grand matras A, *planche X*, d'environ 12 pintes de capacité : on y adapte une virole de cuivre *a b* ſolidement maſtiquée, & dans laquelle ſe viſſe un tuyau coudé *c d* garni d'un robinet *e*. A ce tuyau s'adapte une eſpèce de récipient de verre à trois pointes B, au-deſſous duquel eſt placée une bouteille C avec laquelle il communique. A la ſuite du récipient B eſt un tube de verre *g h i*, maſtiqué en *g* & en *i* avec des viroles de cuivre : il eſt deſtiné à recevoir un ſel concret très-déliquescent, tel que du nitrate ou du muriate de chaux, de l'acétite de potaſſe, &c.

Enfin ce tube eſt ſuivi de deux bouteilles D, E, remplies juſqu'en *x y* d'alkali diſſous dans l'eau, & bien dépouillé d'acide carbonique.

Toutes les parties de cet appareil ſont réunies les unes avec les autres par le moyen de vis & d'écrous qui ſe ſerrent ; les points de contact ſont garnis de cuir gras qui empêche tout paſſage de l'air : enfin chaque pièce eſt garnie de deux robinets, de manière qu'en

peut la fermer par ſes deux extrêmités, & peſer ainſi chacune ſéparément à toutes les époques de l'expérience qu'on le juge à propos.

C'eſt dans le ballon A qu'on met la matière fermenteſcible, du ſucre par exemple, & de la levure de bière étendue d'une ſuffiſante quantité d'eau & dont le poids eſt bien déterminé. Quelquefois lorſque la fermentation eſt trop rapide, il ſe forme une quantité conſidérable d'écume qui non-ſeulement remplit le col du ballon, mais qui paſſe dans le récipient B & coule dans la bouteille C. C'eſt pour recueillir cette mouſſe & empêcher qu'elle ne paſſe dans le tube déliqueſcent, qu'on a donné une capacité conſidérable au récipient B & à la bouteille C.

Il ne ſe dégage dans la fermentation du ſucre, c'eſt-à-dire dans la fermentation vineuſe, que de l'acide carbonique qui emporte avec lui un peu d'eau qu'il tient en diſſolution. Il en dépoſe une grande partie en paſſant par le tube *g h i* qui contient un ſel déliqueſcent en poudre groſſière, & on en connoît la quantité par l'augmentation de poids acquiſe par le ſel. Ce même acide carbonique bouillonne enſuite à travers la liqueur alkaline de la bouteille D, dans laquelle il eſt conduit par le tube *k l m*. La petite portion qui n'a point été abſorbée par

l'alkali contenu dans cette première bouteille, n'échappe point à la ſeconde E, & ordinairement il ne paſſe abſolument rien ſous la cloche F, ſi ce n'eſt l'air commun qui étoit contenu au commencement de l'expérience dans le vuide des vaiſſeaux.

Le même appareil peut ſervir pour les fermentations putrides; mais alors il paſſe une quantité conſidérable de gaz hydrogène par le tube *q r s t u*, lequel eſt reçu dans la cloche F; & comme le dégagement eſt rapide, ſur-tout en été, il faut la changer fréquemment. Ces fermentations exigent en conſéquence une ſurveillance continuelle, tandis que la fermentation vineuſe n'en exige aucune.

On voit qu'au moyen de cet appareil on peut connoître avec une grande préciſion le poids des matériaux mis à fermenter, & celui de tous les produits liquides ou aériformes qui s'en ſont dégagés. On peut voir les details dans leſquels je ſuis entré ſur le réſultat de la fermentation vineuſe, dans le Chapitre XIII de la premiere partie de cet Ouvrage, page 139.

§. IV.

Appareil particulier pour la décompoſition de l'eau.

J'ai déjà expoſé, dans la première Partie de cet Ouvrage, Chapitre VIII, page 87, les expériences relatives à la decompoſition de l'eau; j'éviterai donc des répétitions inutiles, & je me bornerai à des obſervations très-ſommaires. Les matières qui ont la propriété de décompoſer l'eau, ſont principalement le fer & le charbon; mais il faut pour cela qu'ils ſoient portés à une chaleur rouge: ſans cette condition l'eau ſe réduit ſimplement en vapeurs, & elle ſe condenſe enſuite par le refroidiſſement, ſans avoir éprouvé la moindre altération: à une chaleur rouge au contraire, le fer & le charbon enlèvent l'oxygène à l'hydrogène; dans le premier cas il ſe forme de l'oxide noir de fer, & l'hydrogène ſe dégage libre & pur ſous la forme de gaz; dans le ſecond il ſe forme du gaz acide carbonique qui ſe dégage mêlé avec le gaz hydrogène, & ce dernier eſt communément carboniſé.

On ſe ſert avec avantage, pour décompoſer l'eau par le fer, d'un canon de fuſil dont on ôte la culaſſe. On trouve aiſément de ces ſortes

de canons chez les marchands de féraille. On doit choiſir les plus longs & les plus forts : lorſqu'ils ſont trop courts & qu'on craint que les luts ne s'échauffent trop, on y fait ſouder en ſoudure forte un bout de tuyau de cuivre. On place ce tuyau de fer dans un fourneau allongé CDEF, *planche VII, fig. 11*, en lui donnant une inclinaiſon de quelques degrés de E en F : cette inclinaiſon doit être un peu plus grande qu'elle n'eſt préſentée dans la *fig. 11*. On adapte à la partie ſupérieure E de ce tuyau, une cornue de verre qui contient de l'eau & qui eſt placée ſur un fourneau VVXX. On le lute par ſon extrêmité inférieure F avec un ſerpentin SS', qui s'adapte lui-même avec un flacon tubulé H, où ſe raſſemble l'eau qui a échappé à la décompoſition. Enfin le gaz qui ſe dégage eſt porté à la cuve où il eſt reçu ſous des cloches par le tube KK adapté à la tubulure K du flacon H. Au lieu de la cornue A, on peut employer un entonnoir fermé d'un robinet par le bas, & par lequel on laiſſe couler l'eau goutte à goutte. Si-tôt que cette eau eſt parvenue à la partie où le tube eſt échauffé, elle ſe vaporiſe, & l'expérience a lieu de la même manière que ſi elle étoit fournie en vapeurs par le moyen de la cornue A.

Dans l'expérience que nous avons faite,

M. Meuſnier & moi, en préſence des Commiſſaires de l'Académie, nous n'avions rien négligé pour obtenir la plus grande préciſion poſſible dans les réſultats; nous avions même porté le ſcrupule juſqu'à faire le vuide dans les vaiſſeaux avant de commencer l'expérience, afin que le gaz hydrogène que nous obtiendrions fût exempt de mêlange de gaz azote. Nous rendrons compte à l'Académie, dans un très-grand détail, des réſultats que nous avons obtenus.

Dans un grand nombre de recherches on eſt obligé de ſubſtituer au canon de fuſil des tubes de verre, de porcelaine ou de cuivre. Mais les premiers ont l'inconvénient d'être faciles à fondre : pour peu que l'expérience ne ſoit pas bien ménagée, le tube s'applatit & ſe déforme. Les tubes de porcelaine ſont la plupart percés d'une infinité de petits trous imperceptibles par leſquels le gaz s'échappe, ſurtout s'il eſt comprimé par une colonne d'eau. C'eſt ce qui m'a déterminé à me procurer un tube de cuivre rouge, que M. de la Briche a bien voulu faire couler plein & faire forer ſous ſes yeux à Straſbourg. Ce tube eſt très-commode pour opérer la décompoſition de l'alkool : on ſait en effet qu'expoſé à une chaleur rouge, il ſe réſout en carbone, en gaz acide

carbonique & en gaz hydrogène. Ce même tube peut également ſervir à la décompoſition de l'eau par le carbone, & à un grand nombre d'expériences.

§. V.

De la préparation & de l'emploi des Luts.

Si dans un tems où l'on perdoit une grande partie des produits de la diſtillation, où l'on ne tenoit aucun compte de tout ce qui ſe ſéparoit ſous forme de gaz, en un mot où l'on ne faiſoit aucune expérience exacte & rigoureuſe, on ſentoit déjà la néceſſité de bien luter les jointures des appareils diſtillatoires; combien cette opération manuelle & mécanique n'eſt-elle pas devenue plus importante, depuis qu'on ne ſe permet plus de rien perdre dans les diſtillations & dans les diſſolutions, depuis qu'on exige qu'un grand nombre de vaiſſeaux réunis enſemble ſe comportent comme s'ils n'étoient que d'une ſeule pièce, & comme s'ils étoient hermétiquement fermés; enfin depuis qu'on n'eſt plus ſatisfait des expériences, qu'autant que la ſomme du poids des produits obtenus eſt égale à celui des matériaux mis en expérience.

La première condition qu'on exige de tout

lut deſtiné à fermer les jointures des vaiſſeaux, eſt d'être auſſi imperméable que le verre lui-même, de manière qu'aucune matière, ſi ſubtile qu'elle ſoit, à l'exception du calorique, ne puiſſe le pénétrer. Une livre de cire fondue avec une once & demie ou deux onces de térébenthine, rempliſſent très-bien ce premier objet; il en réſulte un lut facile à manier, qui s'attache fortement au verre & qui ne ſe laiſſe pas facilement pénétrer : on peut lui donner plus de conſiſtance & le rendre plus ou moins dur, plus ou moins ſec, plus ou moins ſouple, en y ajoutant différentes réſines. Cette claſſe de luts a l'avantage de pouvoir ſe ramollir par la chaleur, ce qui les rend commodes pour fermer promptement les jointures des vaiſſeaux : mais, quelque parfaits qu'ils ſoient pour contenir les gaz & les vapeurs, il s'en faut bien qu'ils puiſſent être d'un uſage général. Dans preſque toutes les opérations chimiques, les luts ſont expoſés à une chaleur conſidérable & ſouvent ſupérieure au degré de l'eau bouillante : or à ce degré les réſines ſe ramolliſſent, elles deviennent preſque liquides, & les vapeurs expanſives contenues dans les vaiſſeaux ſe font bientôt jour & bouillonnent à travers.

On a donc été obligé d'avoir recours à des

matières plus propres à réſiſter à la chaleur, & voici le lut auquel les Chimiſtes ſe ſont arrêtés après beaucoup de tentatives ; non pas qu'il n'ait quelques inconvéniens, comme je le dirai bientôt, mais parce qu'à tout prendre c'eſt encore celui qui réunit le plus d'avantages. Je vais donner quelques détails ſur ſa préparation & ſur-tout ſur ſon emploi : une longue expérience en ce genre m'a mis en état d'applanir aux autres un grand nombre de difficultés.

L'eſpèce de lut dont je parle dans ce moment, eſt connue des Chimiſtes ſous le nom de lut gras. Pour le préparer on prend de l'argile non cuite, pure & très-sèche ; on la réduit en poudre fine, & on la paſſe au tamis de ſoie. On la met enſuite dans un mortier de fonte, & on la bat pendant pluſieurs heures à coups redoublés avec un lourd pilon de fer, en l'arroſant peu à peu avec de l'huile de lin cuite, c'eſt-à-dire, avec de l'huile de lin qu'on a oxygénée & rendue ſiccative par l'addition d'un peu de litharge. Ce lut eſt encore meilleur & plus ténace, il s'attache mieux au verre quand, au lieu d'huile graſſe ordinaire, on emploie du vernis gras au ſuccin. Ce vernis n'eſt autre choſe qu'une diſſolution de ſuccin ou ambre jaune dans de l'huile de lin ; mais cette diſſolution n'a lieu qu'autant que le ſuccin a été préalablement

fondu ſeul : il perd dans cette opération préalable un peu d'acide ſuccinique & un peu d'huile. Le lut fait avec le vernis gras eſt, comme je l'ai dit, un peu préférable à celui fait avec de l'huile de lin ſeul ; mais il eſt beaucoup plus cher, & l'excédent de qualité qu'on acquiert n'eſt pas en proportion de l'excédent du prix : auſſi eſt-il rarement employé.

Le lut gras réſiſte très-bien à un degré de chaleur même aſſez violent : il eſt imperméable aux acides & aux liqueurs ſpiritueuſes ; il prend bien ſur les métaux, ſur le grès, ſur la porcelaine & ſur le verre, mais pourvu qu'ils ayent été préalablement bien ſéchés. Si par malheur dans le cours d'une opération la liqueur en diſtillation s'eſt fait jour & qu'il ait pénétré quelque peu d'humidité, ſoit entre le verre & le lut, ſoit entre différentes couches même du lut, il eſt d'une extrême difficulté de reboucher les ouvertures qui ſe ſont formées ; & c'eſt un des principaux inconvéniens, peut-être le ſeul, que préſente l'uſage du lut gras.

La chaleur ramollit ce lut, & même au point de le faire couler ; il a beſoin en conſéquence d'être contenu. Le meilleur moyen eſt de le recouvrir avec des bandes de veſſie, qu'on mouille & qu'on tortille tout autour. On fait

enſuite une ligature avec de gros fil au deſſus & au deſſous du lut, puis on paſſe par-deſſus le lut même & par conſéquent par-deſſus la veſſie qui le recouvre, un grand nombre de tours de fil: un lut arrangé avec ces précautions, eſt à l'abri de tout accident.

Très-ſouvent la figure des jointures des vaiſſeaux ne permet pas d'y faire une ligature, & c'eſt ce qui arrive au col des bouteilles à trois gouleaux: il faut d'ailleurs beaucoup d'adreſſe pour ſerrer ſuffiſamment le fil ſans ébranler l'appareil, & dans les expériences où les luts ſont très-multipliés, on en dérangeroit ſouvent pluſieurs pour en arranger un ſeul. Alors on ſubſtitue à la veſſie & à la ligature des bandes de toile imbibées de blanc d'œuf dans lequel on a délayé de la chaux. On applique ſur le lut gras les bandes de toile encore humides; en peu de tems elles ſe sèchent & acquièrent une aſſez grande dureté. On peut appliquer ces mêmes bandes ſur les luts de cire & de réſine. De la colle forte délayée dans de l'eau, peut ſuppléer au blanc d'œuf.

La première attention qu'on doit avoir avant d'appliquer un lut quelconque ſur les jointures des vaiſſeaux, eſt de les aſſeoir & de les aſſujétir ſolidement, de manière qu'ils ne puiſſent ſe prêter à aucun mouvement. Si c'eſt le col

d'une cornue qu'on veut luter à celui d'un récipient, il faut qu'il y entre à peu près juſte; s'il y a un peu de jeu, il faut aſſujétir les deux vaiſſeaux en introduiſant entre leurs cols de petits morceaux fort courts d'alumettes ou de bouchon. Si la diſproportion des deux cols eſt trop grande, on choiſit un bouchon qui entre juſte dans le col du matras ou récipient; on fait au milieu de ce bouchon un trou rond de la groſſeur néceſſaire pour recevoir le col de la cornue.

La même précaution eſt néceſſaire à l'égard des tubes recourbés, qui doivent être lutés à des gouleaux de bouteille, comme dans la *planche IV*, *fig. 1*. On commence par choiſir un bouchon qui entre juſte dans le gouleau; puis on le perce d'un trou avec une lime d'une eſpèce nommée *queue de rat*. *Voyez* une de ces limes repréſentée *planc. I*, *fig. 16*. Quand un même gouleau eſt deſtiné à recevoir deux tubes, ce qui arrive très-ſouvent, ſur-tout à défaut de bouteilles à deux & à trois gouleaux, on perce le bouchon de deux & de trois trous, pour qu'il puiſſe recevoir deux ou trois tubes. On voit un de ces bouchons repréſenté *pl. IV*, *fig. 8*.

Ce n'eſt que lorſque l'appareil eſt ainſi ſolidement aſſujetti & de manière à ce qu'aucune

partie n'en puiſſe jouer, qu'on doit commencer à luter. On ramollit d'abord à cet effet le lut, en le pêtriſſant; quelquefois même, ſur-tout en hiver, on eſt obligé de le faire légèrement chauffer: on le roule enſuite entre les doigts, pour le réduire en petits cylindres qu'on applique ſur les vaſes qu'on veut luter, en ayant ſoin de les appuyer & de les applatir ſur le verre, afin qu'ils y contractent de l'adhérence. A un premier petit cylindre on en ajoute un ſecond, qu'on applatit également, mais de manière que ſon bord empiète ſur le précédent, & ainſi de ſuite. Quelque ſimple que ſoit cette opération, il n'eſt pas donné à tout le monde de la bien faire, & il n'eſt pas rare de voir les perſonnes peu au fait, recommencer un grand nombre de fois des luts ſans ſuccès, tandis que d'autres y réuſſiſſent avec certitude & dès la première fois. Le lut fait, on le recouvre, comme je l'ai dit, avec de la veſſie bien ficelée & bien ſerrée, ou avec des bandes de toile imbibées de blanc d'œuf & de chaux. Je répéterai encore qu'il faut bien prendre garde, en faiſant un lut & ſur-tout en le ficelant, d'ébranler tous les autres; autrement on détruiroit ſon propre ouvrage, & on ne parviendroit jamais à clôre les vaiſſeaux.

On ne doit jamais commencer une expé-

rience, ſans avoir eſſayé préalablement les luts. Il ſuffit pour cela, ou de chauffer très-légèrement la cornue A, *planc. IV, fig. 1*, ou de ſouffler de l'air par quelques-uns des tubes $s\ s'\ s''\ s'''$; le changement de preſſion qui en réſulte, doit changer le niveau de la liqueur dans tous les tubes; mais ſi l'appareil perd air de quelque part, la liqueur ſe remet bientôt à ſon niveau; elle reſte au contraire conſtamment, ſoit au-deſſus, ſoit au-deſſous, ſi l'appareil eſt bien fermé.

On ne doit pas oublier que c'eſt de la manière de luter, de la patience, de l'exactitude qu'on y apporte, que dépendent tous les ſuccès de la Chimie moderne: il n'eſt donc point d'opération qui demande plus de ſoins & d'attention.

Ce ſeroit un grand ſervice à rendre aux Chimiſtes & ſur-tout aux Chimiſtes pneumatiques, que de les mettre en état de ſe paſſer de luts, ou du moins d'en diminuer conſidérablement le nombre. J'avois d'abord penſé à faire conſtruire des appareils dont toutes les parties fuſſent bouchées à frottement, comme les flacons bouchés en criſtal; mais l'exécution m'a préſenté d'aſſez grandes difficultés. Il m'a paru préférable de ſuppléer aux luts par le moyen de colonnes de mercure, de quelques lignes

de hauteur. Je viens de faire exécuter dans cette vue un appareil dont je vais donner la deſcription, & dont l'uſage me paroît pouvoir etre utile & commode dans un grand nombre de circonſtances.

Il conſiſte dans une bouteille A, *planche XII*, *fig. 12*, à double gouleau; l'un intérieur *b c*, communique avec le dedans de la bouteille; l'autre extérieur *d e*, qui laiſſe un intervalle entre lui & le précédent, & qui forme tout autour une profonde rigole *d b*, *c e*, deſtinée à recevoir du mercure. C'eſt dans cette rigole qu'entre & s'ajuſte le couvercle de verre B. Il a par le bas des échancrures pour le paſſage des tubes de verre deſtinés au dégagement des gaz. Ces tubes, au lieu de plonger directement dans la bouteille A, comme dans les appareils ordinaires, ſe contournent auparavant, comme on le voit *fig. 13*, pour s'enfoncer dans la rigole, & pour paſſer par-deſſous les échancrures du couvercle B: ils remontent enſuite pour entrer dans la bouteille, en paſſant par-deſſus les bords du gouleau intérieur.

Il eſt aiſé de voir que, lorſque les tubes ont été mis en place, que le couvercle B a été ſolidement aſſujetti, & que la rigole *d b*, *c e* a été remplie de mercure, la bouteille ſe trouve

fermée & ne communique plus à l'extérieur que par les tubes.

Un appareil de cette eſpèce ſera très-commode dans un grand nombre d'expériences ; mais on ne pourra le mettre en uſage que dans la diſtillation des matières qui n'ont point d'action ſur le mercure.

M. Séguin, dont les ſecours actifs & intelligens m'ont été ſi ſouvent utiles, a même déjà commandé dans les verreries des cornues jointes hermétiquement à des récipiens ; en ſorte qu'il ſeroit poſſible de parvenir à n'avoir plus aucun lut. On voit, *planche XII, fig. 14*, un appareil monté d'après les principes que je viens d'expoſer.

CHAPITRE VII.

Des Opérations relatives à la combuſtion proprement dite & à la detonation.

LA combuſtion n'eſt autre choſe, d'après ce qui a été expoſé dans la première Partie de cet Ouvrage, que la décompoſition du gaz oxygène opérée par un corps combuſtible. L'oxygène qui forme la baſe de ce gaz eſt abſorbé, le calorique & la lumière deviennent libres & ſe dégagent. Toute combuſtion entraîne donc avec elle l'idée d'oxygénation, tandis qu'au contraire l'oxygénation n'entraîne pas eſſentiellement l'idée de combuſtion, puiſque la combuſtion proprement dite ne peut avoir lieu ſans un dégagement de lumière & de calorique. Il faut, pour que la combuſtion s'opère, que la baſe du gaz oxygène ait plus d'affinité avec le corps combuſtible, qu'elle n'en a avec le calorique : or cette attraction élective, pour me ſervir de l'expreſſion de Bergman, n'a lieu qu'à un certain degré de température, qui même eſt différent pour chaque ſubſtance combuſtible ; de-là la néceſſité de donner le premier mouvement à la combuſtion par l'approche d'un corps chaud. Cette néceſſité d'échauffer le corps

qu'on ſe propoſe de brûler, tient à des conſidérations qui n'ont encore fixé l'attention d'aucun Phyſicien, & auxquels je demande la permiſſion de m'arrêter quelques inſtans; on verra qu'elles ne s'éloignent pas de mon ſujet.

L'état actuel où nous voyons la nature eſt un état d'équilibre auquel elle n'a pu arriver qu'après que toutes les combuſtions ſpontanées poſſibles au degré de chaleur dans lequel nous vivons, toutes les oxygénations poſſibles ont eu lieu. Il ne peut donc y avoir de nouvelles combuſtions ou oxygénations, qu'autant qu'on ſort de cet état d'équilibre & qu'on tranſporte les ſubſtances combuſtibles dans une température plus élevée. Eclairciſſons par un exemple ce que cet énoncé peut préſenter d'abſtrait. Suppoſons que la température habituelle de la terre changeât d'une très-petite quantité, & qu'elle devînt ſeulement égale à celle de l'eau bouillante: il eſt évident que le phoſphore étant combuſtible beaucoup au-deſſous de ce degré, cette ſubſtance n'exiſteroit plus dans la nature dans ſon état de pureté & de ſimplicité, elle ſe préſenteroit toujours dans l'état d'acide, c'eſt-à dire oxygénée, & ſon radical ſeroit au nombre des ſubſtances inconnues. Il en ſeroit ſucceſſivement de même de tous les corps combuſtibles, ſi la température de la terre deve-

noit de plus en plus élevée ; & on arriveroit enfin à un point où toutes les combuſtions poſſibles ſeroient épuiſées, où il ne pourroit plus exiſter de corps combuſtibles, où tous ſeroient oxygénés & par conſéquent incombuſtibles.

Revenons donc à dire qu'il ne peut y avoir pour nous de corps combuſtibles, que ceux qui ſont incombuſtibles au degré de température dans lequel nous vivons ; ou ce qui veut dire la même choſe en d'autres termes, qu'il eſt de l'eſſence de tout corps combuſtible de ne pouvoir jouir de la propriété combuſtible, qu'autant qu'on l'échauffe & qu'on le tranſporte au degré de chaleur où s'opère ſa combuſtion. Ce degré une fois atteint la combuſtion commence, & le calorique qui ſe dégage par l'effet de la décompoſition du gaz oxygène, entretient le degré de température néceſſaire pour la continuer. Lorſqu'il en eſt autrement, c'eſt-à-dire, lorſque le calorique fourni par la décompoſition du gaz oxygène n'eſt pas ſuffiſant pour que le degré de chaleur néceſſaire à la combuſtion ſe continue, elle ceſſe : c'eſt ce qu'on exprime lorſqu'on dit que le corps brûle mal, qu'il eſt difficilement combuſtible.

Quoique la combuſtion ait quelque choſe de commun avec la diſtillation, ſur-tout avec la diſtillation compoſée, elle en diffère cependant

en

en un point eſſentiel. Il y a bien dans la diſtillation ſéparation d'une partie des principes du corps que l'on y ſoumet, & combinaiſon de ces mêmes principes dans un autre ordre, détermine par les affinités qui ont lieu à la température à laquelle s'eſt opérée la diſtillation ; mais il y a plus dans la combuſtion, il y a addition d'un nouveau principe, l'oxygène, & diſſipation d'un autre principe, le calorique.

C'eſt cette néceſſité d'employer l'oxygène dans l'état de gaz & d'en déterminer rigoureuſement les quantités, qui rend ſi embarraſſantes les expériences relatives à la combuſtion. Une autre difficulté inſéparable de ces opérations, tient à ce que les produits qu'elles fourniſſent ſe dégagent preſque toujours dans l'état de gaz : ſi donc il eſt difficile de retenir & de raſſembler les produits de la diſtillation, il l'eſt bien davantage de recueillir ceux de la combuſtion ; auſſi aucun des anciens Chimiſtes n'en a-t-il eu la prétention, & ce genre d'expérience appartient-il abſolument à la Chimie moderne.

Après avoir rappelé d'une maniere générale le but qu'on doit ſe propoſer dans les différentes expériences relatives à la combuſtion, je paſſe à la deſcription des différens appareils que j'ai imaginés dans cette vue. Je n'adopterai dans les articles qui compoſeront ce Chapitre, au-

cune diviſion relative à la nature des combuſtibles; je les claſſerai relativement à la nature des appareils qui conviennent à leur combuſtion.

§. I.

De la Combuſtion du Phoſphore & du Charbon.

J'ai déjà décrit, page 57 de cet Ouvrage, les appareils que j'ai employés pour la combuſtion du charbon & du phoſphore. Cependant, comme j'avois alors plutôt en vue de donner une idée du réſultat de ces combuſtions, que d'enſeigner le détail des procédés néceſſaires pour les obtenir, je ne me ſuis peut-être pas aſſez étendu ſur la manipulation relative à ce genre d'expériences.

On commence, pour opérer la combuſtion du phoſphore ou du charbon, par remplir de gaz oxygène dans l'appareil pneumato-chimique à l'eau, *pl. V*, *fig. 1*, une cloche de ſix pintes au moins de capacité. Lorſqu'elle eſt pleine à raſe & que le gaz commence à dégorger par-deſſous, on tranſporte cette cloche A ſur l'appareil au mercure, *planche IV*, *fig. 3*, à l'aide d'un vaiſſeau de verre ou de fayance très-plat, qu'on paſſe par-deſſous. Cette opération faite, on sèche bien avec du papier gris la ſurface du

mercure, tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur de la cloche. Cette opération demande quelques précautions : ſi on n'avoit pas l'attention de plonger le papier gris pendant-quelque tems entièrement ſous le mercure avant de l'introduire ſous la cloche, on y feroit paſſer de l'air commun qui s'attache avec beaucoup de ténacité au papier.

On a d'un autre côté une petite capſule D, de fer ou de porcelaine plate & évaſée, ſur laquelle on place le corps qu'on veut brûler, après en avoir très-exactement déterminé le poids à la balance d'eſſai ; on recouvre enſuite cette capſule d'une autre un peu plus grande P, qui fait à ſon égard l'office de la cloche du plongeur, & on fait paſſer le tout à travers le mercure : après quoi on retire à travers le mercure la capſule P qui ne ſervoit en quelque façon que de couvercle. On peut éviter l'embarras & la difficulté de faire paſſer les matières à travers le mercure, en ſoulevant un des côtés de la cloche pendant un inſtant preſqu'indiviſible, & en introduiſant ainſi, par le paſſage qu'on s'eſt ménagé, la capſule avec le corps combuſtible. Il ſe mêle dans cette ſeconde maniere d'opérer un peu d'air commun avec le gaz oxygène ; mais ce mêlange qui eſt peu conſidérable, ne nuit ni au ſuccès, ni à l'exactitude de l'expérience.

Lorſque la capſule D, *planche IV, fig. 3*, eſt introduite ſous la cloche, on ſuce une partie du gaz oxygène qu'elle contient pour élever le mercure juſqu'en EF. Sans cette précaution, dès que le corps combuſtible ſeroit allumé, la chaleur dilateroit l'air; elle en feroit paſſer une portion par-deſſous la cloche, & on ne pourroit plus faire aucun calcul exact ſur les quantités. On ſe ſert, pour ſucer l'air, d'un ſiphon GHI, qu'on paſſe par-deſſous la cloche; & pour qu'il ne s'empliſſe pas de mercure, on tortille à ſon extrêmité I un petit morceau de papier.

Il y a un art pour élever ainſi en ſuçant une colonne de mercure à une hauteur de pluſieurs pouces au-deſſus de ſon niveau: ſi on ſe contentoit d'aſpirer l'air avec le poumon, on n'atteindroit qu'à une très-médiocre élévation, par exemple, d'un pouce ou d'un pouce & demi tout au plus; encore n'y parviendroit-on qu'avec de grands efforts; tandis que par l'action des muſcles de la bouche on peut élever ſans ſe fatiguer, ou au moins ſans riſquer de s'incommoder, le mercure juſqu'à ſix à ſept pouces. Un moyen plus commode encore eſt de ſe ſervir d'une petite pompe que l'on adapte au ſiphon GHI: on élève alors le mercure à telle hauteur qu'on le juge à propos, pourvu qu'elle n'excède pas 28 pouces.

Si le corps combuſtible eſt fort inflammable, comme le phoſphore, on l'allume avec un fer recourbé MN, *planche IV*, *fig. 16*, qu'on fait rougir au feu, & qu'on paſſe bruſquement ſous la cloche : dès qu'il eſt en contact avec le phoſphore, ce dernier s'allume. Pour les corps moins combuſtibles, tels que le fer, quelques autres métaux, le charbon, &c. on ſe ſert d'un petit fragment d'amadoue ſur lequel on place un atôme de phoſphore : on allume également ce dernier avec un fer rouge recourbé ; l'inflammation ſe communique à l'amadoue, puis au corps combuſtible.

Dans le premier inſtant de la combuſtion, l'air ſe dilate & le mercure deſcend ; mais lorſqu'il n'y a point de fluide élaſtique formé, comme dans la combuſtion du fer & du phoſphore, l'abſorption devient bientôt ſenſible, & le mercure remonte très-haut dans la cloche. Il faut en conſéquence avoir attention de ne point brûler une trop grande quantité du corps combuſtible dans une quantité donnée d'air ; autrement la capſule, vers la fin de la combuſtion, s'approcheroit trop du dôme de la cloche, & la grande chaleur pourroit en occaſionner la fracture.

J'ai indiqué, Chapitre II, §. V & VI, les opérations relatives à la meſure du volume des gaz,

les corrections qu'il faut faire à ce volume, relativement à la hauteur du baromètre & au degré du thermomètre ; je n'ajouterai rien de plus à cet égard, l'exemple ſur-tout que j'ai cité, page 381, étant préciſément tiré de la combuſtion du phoſphore.

Le procédé que je viens de décrire peut être employé avec ſuccès pour la combuſtion de toutes les ſubſtances concrètes, & même pour celle des huiles fixes. On brûle ces dernières dans des lampes, & on les allume avec aſſez de facilité ſous la cloche, par le moyen du phoſphore, de l'amadoue & d'un fer chaud ; mais ce moyen n'eſt pas ſans dangers pour les ſubſtances qui ſont ſuſceptibles de ſe vaporiſer à un degré de chaleur médiocre, telles que l'éther, l'eſprit-de-vin, les huiles eſſentielles. Ces ſubſtances volatiles ſe diſſolvent en aſſez grande quantité dans le gaz oxygène ; quand on allume, il ſe fait une détonation ſubite qui enlève la cloche à une grande hauteur & qui la briſe en éclats. J'ai éprouvé deux de ces détonations, dont des membres de l'Académie ont penſé, ainſi que moi, être les victimes. Cette manière d'opérer a d'ailleurs un grand inconvénient : elle ſuffit bien pour déterminer avec quelque exactitude la quantité de gaz oxygène abſorbé, & celle d'acide carbonique qui s'eſt formé ; mais

ces produits ne ſont pas les ſeuls qui réſultent de la combuſtion : il ſe forme de l'eau toutes les fois qu'on opère ſur des matières végétales ou animales, parce qu'elles contiennent toutes de l'hydrogène en excès ; or l'appareil que je viens de décrire, ne permet ni de la raſſembler, ni d'en déterminer la quantité. Enfin, même pour l'acide phoſphorique, l'expérience eſt incomplète, puiſqu'il n'eſt pas poſſible de démontrer dans cette manière d'opérer, que le poids de l'acide eſt égal à la ſomme du poids du phoſphore & de celui du gaz oxygène abſorbé. Je me ſuis donc trouvé obligé de varier, ſuivant les cas, les appareils relatifs à la combuſtion, & d'en employer pluſieurs de différentes eſpèces, dont je vais donner ſucceſſivement une idée : je commence par celui deſtiné à la combuſtion du phoſphore.

On prend un grand ballon de verre blanc ou de criſtal A, *pl. IV*, *fig. 4*, dont l'ouverture EF doit avoir deux pouces & demi à trois pouces de diamètre. Cette ouverture ſe recouvre avec une plaque de cuivre jaune ou laiton uſée à l'émeri, & qui eſt percée de deux trous pour le paſſage des tuyaux *xxx*, *yyy*.

Avant de fermer le ballon avec ſa plaque, on introduit dans ſon intérieur un ſupport BC ſurmonté d'une capſule D de porcelaine, ſur

laquelle on place le phoſphore. On lute enſuite la plaque de cuivre au ballon en EF avec du lut gras qu'on recouvre avec des bandes de linge imbibées de blanc d'œuf & ſaupoudrées de chaux. On laiſſe ſécher pendant pluſieurs jours, puis on pèſe le tout avec une bonne balance. Ces préparatifs achevés, on adapte une pompe pneumatique au tuyau *xxx*, & on fait le vuide dans le ballon; après quoi on introduit du gaz oxygène par le tuyau *yyy*, au moyen du gazomètre repréſenté *planche VIII*, *figure 1*, & dont j'ai donné la deſcription, Chapitre II, §. II. On allume enſuite le phoſphore avec un verre ardent, & on le laiſſe brûler juſqu'à ce que le nuage d'acide phoſphorique concret qui ſe forme arrête la combuſtion. Alors on délute & on pèſe le ballon. Le poids, déduction faite de la tarre, donne celui de l'acide phoſphorique qu'il contient. Il eſt bon, pour plus d'exactitude, d'examiner l'air ou le gaz contenu dans le ballon après la combuſtion, parce qu'il peut être plus ou moins peſant que l'air ordinaire, & qu'il faut tenir compte dans les calculs relatifs à l'expérience, de cette différence de peſanteur.

Les mêmes motifs qui m'ont engagé à conſtruire un appareil particulier pour la combuſtion du phoſphore, m'ont déterminé de pren-

dre le même parti à l'égard du charbon. Cet appareil conſiſte en un petit fourneau conique fait en cuivre battu, repréſenté en perſpective, *plan. XII*, *figure 9*, & vu intérieurement, *figure 11*. On y diſtingue le fourneau proprement dit A B C, où doit ſe faire la combuſtion du charbon, la grille *d e* & le cendrier F. Au milieu du fourneau eſt un tuyau G H, par lequel on introduit le charbon & qui ſert en même tems de cheminée pour évacuer l'air qui a ſervi à la combuſtion.

C'eſt par le tuyau *l m n* qui communique avec le gazomètre, qu'eſt amené l'air qui eſt deſtiné à entretenir la combuſtion; cet air ſe répand dans la capacité du cendrier F, & la preſſion qui lui eſt communiquée par le gazomètre, l'oblige à paſſer par la grille *de*, & à ſouffler les charbons qui ſont poſés immédiatement deſſus.

Le gaz oxygène qui entre pour les $\frac{21}{100}$ dans la compoſition de l'air de l'atmoſphère, ſe convertit, comme l'on ſait, en gaz acide carbonique dans la combuſtion du charbon. Le gaz azote au contraire ne change point d'état; il doit donc reſter, après la combuſtion, un mêlange de gaz azote & de gaz acide carbonique. Pour donner iſſue à ce mêlange, on a adapté à la cheminée G H un tuyau *o p* qui s'y viſſe

en G, de manière à ne laiſſer échapper aucune portion d'air. Le mêlange des deux gaz eſt conduit par ce tuyau à des bouteilles remplies de potaſſe en liqueur & bien dépouillée d'acide carbonique, à travers laquelle il bouillonne. Le gaz acide carbonique eſt abſorbé par la potaſſe, & il ne reſte que du gaz azote qu'on reçoit dans un ſecond gazomètre pour en déterminer la quantité.

Une des difficultés que préſente l'uſage de cet appareil, èſt d'allumer le charbon & de commencer la combuſtion : voici le moyen d'y parvenir. Avant d'emplir de charbon le fourneau A B C, on en détermine le poids avec une bonne balance & de manière à être sûr de ne point commettre une erreur de plus d'un ou deux grains ; on introduit enſuite dans la cheminée G H le tuyau R S, *figure 10*, dont le poids doit également avoir été bien déterminé. Ce tuyau eſt creux & ouvert par les deux bouts : ſon extrémité S doit deſcendre juſqu'au fond du fourneau ; elle doit porter ſur la grille *d e* & l'occuper toute entière. Ce n'eſt qu'après que le tuyau R S a été ainſi placé, qu'on introduit le charbon dans le fourneau. On le pèſe alors de nouveau, pour connoître la quantité de charbon qui y a été introduite. Ces opérations préliminaires achevées, on met en place le

fourneau, on viſſe le tuyau *l m n*, *figure 9*, avec celui qui communique avec le gazomètre ; on viſſe le tuyau *o p* avec celui qui conduit aux bouteilles remplies de potaſſe : enfin au moment où l'on veut commencer la combuſtion, on ouvre le robinet du gazomètre, & on jette un petit charbon allumé par l'extrémité R du tuyau R S ; ce charbon tombe ſur la grille où le courant d'air le maintient allumé. Alors on retire promptement le tuyau R S ; on viſſe à la cheminée le tuyau *o p* deſtiné à évacuer l'air, & on continue la combuſtion. Pour être aſſuré qu'elle eſt vraiment commencée & que l'opération a réuſſi, on a ménagé un tuyau *q r s* garni à ſon extrémité *s* d'un verre maſtiqué, à travers lequel on peut voir ſi le charbon eſt allumé. J'oubliois d'obſerver que ce fourneau & ſes dépendances ſont plongés dans une eſpèce de baquet allongé T V X Y, *fig. 11*, qui eſt rempli d'eau & même de glace, afin de diminuer autant que l'on veut la chaleur de la combuſtion. Cette chaleur au ſurplus n'eſt jamais très-vive, parce qu'il ne peut y avoir de combuſtion qu'en proportion de l'air qui eſt fourni par le gazomètre, & qu'il n'y a d'ailleurs de charbon qui brûle que celui qui porte immédiatement ſur la grille. A meſure qu'une molécule de charbon eſt conſommée, il en retombe une autre en

vertu de l'inclinaiſon des parois du fourneau ; elle ſe préſente au courant d'air qui traverſe la grille *de*, & elle brûle comme la première.

Quant à l'air qui a ſervi à la combuſtion, il traverſe la maſſe de charbon qui n'a pas encore brûlé, & la preſſion exercée par le gazomètre l'oblige de s'échapper par le tuyau *op*, & de traverſer les bouteilles remplies d'alkali.

On voit que dans cette expérience on a toutes les données néceſſaires pour obtenir une analyſe complette de l'air atmoſphérique & du charbon. En effet, on connoît le poids du charbon ; on a par le moyen du gazomètre la meſure de la quantité d'air employée à la combuſtion ; on peut déterminer la qualité & la quantité de celui qui reſte après la combuſtion ; on a le poids de la cendre qui s'eſt raſſemblée dans le cendrier : enfin l'augmentation de poids des bouteilles qui contiennent la potaſſe en liqueur, donne la quantité d'acide carbonique qui s'eſt formé. On peut également connoître avec beaucoup de préciſion, par cette opération, la propertion de carbone & d'oxygène dont cet acide eſt compoſé.

Je rendrai compte dans les Mémoires de l'Académie, de la ſuite d'expériences que j'ai entrepriſes avec cet appareil ſur tous les charbons végétaux & animaux. Il n'eſt pas difficile

de voir qu'avec très-peu de changemens on peut en faire une machine propre à obſerver les principaux phénomènes de la reſpiration.

§. II.

De la Combuſtion des Huiles.

Le charbon, au moins quand il eſt pur, étant une ſubſtance ſimple, l'appareil deſtiné à le brûler ne pouvoit pas être très-compliqué. Tout ſe réduiſoit à lui fournir le gaz oxygène néceſſaire à ſa combuſtion, & à ſéparer enſuite d'avec le gaz azote le gaz acide carbonique qui s'étoit formé. Les huiles ſont plus compoſées que le charbon, puiſqu'elles réſultent de la combinaiſon au moins de deux principes, le carbone & l'hydrogène; il reſte en conſéquence, après qu'on les a brûlées dans l'air commun, de l'eau, du gaz acide carbonique & du gaz azote. L'appareil qu'on emploie pour ce genre d'expériences, doit avoir pour objet de ſéparer & de recueillir ces trois eſpèces de produit.

Je me ſers, pour brûler les huiles, d'un grand bocal A repréſenté *planche XII*, *fig. 4*, & de ſon couvercle, *figure 5*. Ce bocal eſt garni d'une virole de fer B C D E, qui s'applique exactement ſur le bocal en D E, & qui y eſt ſolidement maſtiquée. Cette virole prend un

plus grand diamètre en BC, & laiſſe entr'elle & les parois du bocal un intervalle ou rigole *xxxx*, qu'on remplit de mercure : le couvercle repréſenté *fig. 5*, a de ſon côté en *fg* une virole de fer qui s'ajuſte dans la rigole *xxxx* du bocal, & qui plonge dans le mercure. Le bocal A peut par ce moyen ſe fermer en un inſtant hermétiquement & ſans lut ; & comme la rigole peut contenir une hauteur de mercure de deux pouces, on voit qu'on peut faire éprouver à l'air contenu dans le bocal une preſſion de plus de deux pieds d'eau, ſans riſquer qu'elle ſurmonte la réſiſtance du mercure.

Le couvercle, *fig. 5*, eſt percé de quatre trous deſtinés au paſſage d'un égal nombre de tuyaux. L'ouverture T eſt d'abord garnie d'une boëte à cuir à travers laquelle doit paſſer la tige repréſentée *fig. 3*. Cette tige eſt deſtinée à remonter ou à deſcendre la mêche de la lampe, comme je l'expliquerai ci-après ; les trois autres trous *h*, *i*, *k*, ſont deſtinés, ſavoir, le premier au paſſage du tuyau qui doit amener l'huile, le ſecond au paſſage du tuyau qui doit amener l'air à la lampe pour entretenir la combuſtion, le troiſiéme au paſſage du tuyau qui doit donner iſſue à ce même air lorſqu'il a ſervi à la combuſtion.

La lampe deſtinée à brûler l'huile dans le

bocal, eſt repréſentée ſéparément, *fig.* 2 de la même *planche*; on y voit le réſervoir à huile *a* avec une eſpèce d'entonnoir par lequel on le remplit; le ſiphon *b c d e f g h*, qui fournit l'huile à la lampe; le tuyau 7, 8, 9, 10, qui amène l'air du gazomètre à la même lampe.

Le tuyau *bc* eſt taraudé extérieurement dans ſa partie inférieure *b*, & ſe viſſe dans un écrou contenu dans le couvercle du réſervoir A; par ce moyen, en tournant le réſervoir, on peut le faire monter ou deſcendre & amener l'huile à la lampe, au niveau où on le juge à propos.

Quand on veut remplir le ſiphon & établir la communication entre l'huile du réſervoir *a* & celle de la lampe 11, on ferme d'abord le robinet *c*, on ouvre celui *e*, & on verſe de l'huile par l'ouverture *f*, qui eſt au haut du ſiphon. Dès qu'on voit paroître l'huile dans la lampe 11 à un niveau convenable, c'eſt-à-dire à trois ou quatre lignes des bords, on ferme le robinet *k*; on continue à verſer de l'huile par l'ouverture *e*, pour remplir la branche *bcd*. Quand elle eſt remplie, on ferme le robinet *f*, & alors les deux branches du ſiphon étant pleines d'huile ſans interruption, la communication du réſervoir à la lampe eſt établie.

La *figure* 1, *même planche* XII, repréſente

la coupe de la lampe groſſie pour rendre les détails plus frappans & plus ſenſibles. On y voit le tuyau *ik*, qui apporte l'huile; *aaaa*, la capacité qu'occupe la mêche; 9 & 10, le tuyau qui apporte l'air à la lampe: cet air ſe répand dans la capacité *dddddd*, puis il ſe diſtribue par le canal *cccc* & par celui *bbbb*; en-dedans & en-dehors de la mêche, à la manière des lampes d'Argand, Quinquet & Lange.

Pour faire mieux connoître l'enſemble de cet appareil, & pour que ſa deſcription même rende plus-facile l'intelligence de tous les autres de même genre, je l'ai repréſenté tout entier en perſpective, *planche XI.* On y voit le gazomètre P qui fournit l'air; l'ajutage 1 & 2 par lequel il ſort, & qui eſt garni d'un robinet 1; 2 & 3, un tuyau qui communique de ce premier gazomètre à un ſecond, que l'on emplit pendant que le premier ſe vuide, afin que l'émiſſion de l'air ſe faſſe ſans interruption pendant tout le tems que doit durer l'opération; 4 & 5, un tube de verre garni d'un ſel déliqueſcent en morceaux médiocrement gros, afin que l'air, en ſe diſtribuant dans les interſtices, y dépoſe une grande partie de l'eau qu'il tenoit en diſſolution. Comme on connoît le poids du tube & celui du ſel déliqueſcent qu'il contient,

il

il eſt toujours facile de connoître la quantité d'eau qu'il a abſorbée.

Du tube 4 & 5 que je nommerai tube déliqueſcent, l'air eſt conduit à la lampe 11 par le tube 5, 6, 7, 8, 9, 10. Là il ſe diviſe; une partie vient alimenter la flamme par-dehors, l'autre par-dedans, à la manière des lampes d'Argand, Quinquet & Lange. Cet air, dont une partie a ainſi ſervi à la combuſtion de l'huile, forme avec elle en l'oxygénant du gaz acide carbonique & de l'eau. Une partie de cette eau ſe condenſe ſur les parois du bocal A, une autre partie eſt tenue en diſſolution dans l'air par la chaleur de la combuſtion: mais cet air qui eſt pouſſé par la preſſion qu'il reçoit du gazomètre, eſt obligé de paſſer par le tuyau 12, 13, 14 & 15, d'où il eſt conduit dans la bouteille 16 & dans le ſerpentin 17 & 18, où l'eau achève de ſe condenſer à meſure que l'air ſe refroidit. Enfin ſi quelque peu d'eau reſtoit encore en diſſolution dans l'air, elle ſeroit abſorbée par le ſel déliqueſcent contenu dans le tube 19 & 20.

Toutes les précautions qu'on vient d'indiquer n'ont d'autre objet que de recueillir l'eau qui s'eſt formée, & d'en déterminer la quantité: il reſte enſuite à évaluer l'acide carbonique & le gaz azote. On y parvient au moyen des bou-

teilles 22 & 25, qui ſont à moitié remplies de potaſſe en liqueur & dépouillée d'acide carbonique par la chaux. L'air qui a ſervi à la combuſtion, y eſt conduit par les tuyaux 20, 21, 23 & 24, & il y dépoſe le gaz acide carbonique qu'il contient. On n'a repréſenté dans cette figure, pour la ſimplifier, que deux bouteilles remplies de potaſſe en liqueur; mais il en faut beaucoup davantage, & je ne crois pas qu'on puiſſe en employer moins de neuf. Il eſt bon de mettre dans la dernière de l'eau de chaux, qui eſt le réactif le plus sûr & le plus ſenſible pour reconnoître l'acide carbonique: ſi elle ne ſe trouble pas, on peut être aſſuré qu'il ne reſte pas de gaz acide carbonique dans l'air, du moins en quantité ſenſible.

Il ne faut pas croire que l'air qui a ſervi à la combuſtion, lorſqu'il a traverſé les neuf bouteilles, ne contienne plus que du gaz azote; il eſt encore mêlé d'une aſſez grande quantité de gaz oxigène qui a échappé à la combuſtion. On fait paſſer ce mêlange à travers un ſel déliqueſcent contenu dans le tube de verre 28 & 29, afin de le dépouiller des portions d'eau qu'il auroit pu diſſoudre en traverſant les bouteilles de potaſſe & d'eau de chaux. Enfin on conduit le réſidu d'air à un gazomètre par le tuyau 29 & 30: on en détermine la

quantité; on en prend des échantillons qu'on eſſaye par le ſulfure de potaſſe, afin de ſavoir la proportion de gaz oxygène & de gaz azote qu'il contient.

On ſait que dans la combuſtion des huiles, la mêche ſe charbonne au bout d'un certain tems, & qu'elle s'obſtrue. Il y a d'ailleurs une longueur déterminée de mêche qu'il faut atteindre, mais qu'il ne faut pas outre-paſſer, ſans quoi il monte par les tuyaux capillaires de la mêche plus d'huile que le courant d'air n'en peut conſommer, & la lampe fume. Il étoit donc néceſſaire qu'on pût allonger ou raccourcir la mêche de dehors & ſans ouvrir l'appareil: c'eſt à quoi on eſt parvenu, au moyen de la tige 31, 32, 33 & 34, qui paſſe à travers une boete à cuir & qui répond au porte-mêche. On a donné à cette tige un mouvement très-doux, au moyen d'un pignon qui engraine dans une crémaillère. On voit cette tige & ſes acceſſoires repréſentés ſéparément, *pl. XII, fig. 3*

Il m'a ſemblé encore qu'en enveloppant la flamme de la lampe avec un petit bocal de verre ouvert par les deux bouts, la combuſtion en alloit mieux. Ce bocal eſt en place dans la *planche XI.*

Je n'entrerai pas dans de plus grands détails

ſur la conſtruction de cet appareil, qui eſt ſuſceptible d'être changé & modifié de différentes manières. Je me contenterai d'ajouter que, lorſqu'on veut opérer, on commence par peſer la lampe avec ſon réſervoir & l'huile qu'elle contient; qu'on la met en place; qu'on l'allume; qu'après avoir donné de l'air en ouvrant le robinet du gazomètre, on place le bocal A; qu'on l'aſſujétit au moyen d'une petite planche BC, ſur laquelle il repoſe, & de deux tiges de fer qui la traverſent & qui ſe viſſent au couvercle. Il y a de cette manière un peu d'huile brûlée pendant qu'on ajuſte le bocal au couvercle & l'on en perd le produit; il y a également une petite portion d'air qui s'échappe du gazomètre & qu'on ne peut recueillir; mais ces quantités ſont peu conſidérables dans des expériences en grand; elles ſont d'ailleurs ſuſceptibles d'être évaluées.

Je rendrai compte dans les Mémoires de l'Académie, des difficultés particulières attachées à ce genre d'expériences, & des moyens de les lever. Ces difficultés ſont telles, qu'il ne m'a pas encore été poſſible d'obtenir des réſultats rigoureuſement exacts pour les quantités. J'ai bien la preuve que les huiles fixes ſe réſolvent entièrement en eau & en gaz acide carbonique, qu'elles ſont compoſées d'hydrogène & de carbone;

mais je n'ai rien d'abſolument certain ſur les proportions.

§. III.

De la Combuſtion de l'Eſprit-de-vin ou Alkool.

La combuſtion de l'alkool peut à la rigueur ſe faire dans l'appareil qui a été décrit ci-deſſus pour la combuſtion du charbon & pour celle du phoſphore. On place ſous une cloche A, *planche IV, fig. 3*, une lampe remplie d'alkool ; on attache à la mêche un atôme de phoſphore, & on allume avec un fer recourbé qu'on paſſe par-deſſous la cloche : mais cette manière d'opérer eſt ſuſceptible de beaucoup d'inconvéniens. Il ſeroit d'abord imprudent d'employer du gaz oxygène, par la crainte de la détonation : on n'eſt pas même entièrement exempt de ce riſque, lorſque l'on emploie de l'air atmoſphérique, & j'en ai fait, en préſence de quelques membres de l'Académie, une épreuve qui a penſé leur devenir funeſte ainſi qu'à moi. Au lieu de préparer l'expérience comme j'étois dans l'habitude de le faire, au moment même où je devois opérer, je l'avois diſpoſée dès la veille. L'air atmoſphérique contenu dans la cloche, avoit eu en conſéquence le tems de diſſoudre de l'alkool : la vaporiſation de l'alkool

avoit même été favoriſée par la hauteur de la colonne de mercure que j'avois élevée en EF, *planche IV*, *fig. 3*. En conſéquence, au moment où je voulus allumer le petit morceau de phoſphore & la lampe avec le fer rouge, il ſe fit une détonation violente qui enleva la cloche & qui la briſa en mille pièces contre le plancher du laboratoire. Il réſulte de l'impoſſibilité où l'on eſt d'opérer dans du gaz oxygène, qu'on ne peut brûler par ce moyen que de très-petites quantités d'alkool, de 10 à 12 grains par exemple, & les erreurs qu'on peut commettre ſur d'auſſi petites quantités, ne permettent de prendre aucune confiance dans les réſultats. J'ai eſſayé dans les expériences dont j'ai rendu compte à l'Académie (*Voy. Mém. Acad. année* 1784, *pag.* 593) de prolonger la durée de la combuſtion, en allumant la lampe d'alkool dans l'air ordinaire, & en refourniſſant enſuite du gaz oxygène ſous la cloche à meſure qu'il s'en étoit conſommé; mais le gaz acide carbonique qui ſe forme met obſtacle à la combuſtion, d'autant plus que l'alkool eſt peu combuſtible & qu'il brûle difficilement dans de l'air moins bon que l'air commun; on ne peut donc encore brûler de cette manière que de très-petites quantités d'alkool.

Peut-être cette combuſtion réuſſiroit-elle

dans l'appareil repréſenté *planche XI ;* mais je n'ai pas oſé l'y tenter. Le bocal A où ſe fait la combuſtion, a environ 1400 pouces cubiques de capacité ; & s'il ſe faiſoit une détonation dans un auſſi grand vaiſſeau, elle auroit des ſuites terribles dont il ſeroit difficile de ſe garantir. Je ne renonce pas cependant à la tenter.

C'eſt par une ſuite de ces difficultés que je me ſuis borné juſqu'ici à des expériences très en petit ſur l'alkool, ou bien à des combuſtions faites dans des vaiſſeaux ouverts, comme dans l'appareil repréſenté *pl. IX, fig. 5*, dont je donnerai la deſcription dans le §. 5 de ce Chapitre.

Je reprendrai dans d'autres tems la ſuite de ce travail, ſi du moins je puis parvenir à lever les obſtacles qu'il m'a préſentés juſqu'ici.

§. IV.

De la Combuſtion de l'Ether.

La combuſtion de l'éther en vaiſſeaux clos, ne comporte pas préciſément les mêmes difficultés que celle de l'alkool ; mais elle en préſente d'un autre genre qui ne ſont pas moins difficiles à vaincre, & qui m'arrêtent encore dans ce moment.

J'avois cru pouvoir profiter, pour opérer

cette combuſtion, de la propriété qu'a l'éther de ſe diſſoudre dans l'air de l'atmoſphère, & de le rendre inflammable ſans détonation. J'ai fait conſtruire, d'après cette idée, un réſervoir à éther *a b c d*, *pl. XII*, *fig. 8*, auquel l'air du gazomètre eſt amené par un tuyau 1, 2, 3, 4. Cet air ſe répand d'abord dans un double fond pratiqué à la partie ſupérieure *a c* du réſervoir. Là il ſe diſtribue par ſept tuyaux deſcendans *c f*, *g h*, *i k*, *&c.* & la preſſion qu'il reçoit de la part du gazomètre, l'oblige de bouillonner à travers l'éther contenu dans le vaſe *a b c d*.

On peut, à meſure que l'éther eſt ainſi diſſous & emporté par l'air, en rendre au réſervoir *a b c d*, au moyen d'un réſervoir ſupplémentaire E, porté par un tuyau de cuivre *o p*, de 15 à 18 pouces de haut, & qui ſe ferme au moyen d'un robinet. J'ai été obligé de donner une aſſez grande hauteur à ce tuyau, afin que l'éther qui eſt contenu dans le flacon E puiſſe vaincre la réſiſtance occaſionnée par la preſſion exercée par le gazomètre.

L'air ainſi chargé de vapeurs d'éther eſt repris par le tuyau 5, 6, 7, 8, 9, & conduit dans le bocal A où il s'échappe par un ajutoir très-fin à l'extrémité duquel on l'allume. Ce même air, après avoir ſervi à la combuſtion, paſſe par la bouteille 16, *planche XI*, par le ſer-

pentin 17 & 18, & par le tube déliquescent où il dépose l'eau dont il s'étoit chargé ; le gaz acide carbonique est ensuite absorbé par l'alkali contenu dans les bouteilles 22 & 25.

Je supposois, lorsque j'ai fait construire cet appareil, que la combinaison d'air atmosphérique & d'éther qui s'opère dans le réservoir *abcd*, *planc. XII*, *figure 8*, étoit dans la juste proportion qui convient à la combustion, & c'est en quoi j'étois dans l'erreur : il y a un excès d'éther très-considérable, & il faut en conséquence une nouvelle combinaison d'air atmosphérique pour opérer la combustion totale. Il en résulte qu'une lampe construite de cette manière brûle dans l'air ordinaire qui fournit la quantité d'oxygène manquante pour la combustion ; mais qu'elle ne peut brûler dans des vaisseaux où l'air ne se renouvelle pas. Aussi la lampe s'éteignoit-elle peu de tems après qu'elle étoit enfermée dans le bocal A, *planche XII*, *figure 8*. Pour remédier à cet inconvénient, j'ai essayé d'amener à cette lampe de l'air atmosphérique par un tuyau latéral 9, 10, 11, 12, 13, 14 & 15 ; & je l'ai distribué circulairement autour de la mêche : mais quelque léger que fût le courant d'air, la flamme étoit si mobile, elle tenoit si peu à la mêche, qu'il suffisoit pour la souffler ; en sorte que je

n'ai point encore pu réuſſir à la combuſtion de l'éther. Je ne déſeſpère cependant pas d'y parvenir, au moyen de quelques changemens que je fais faire à cet appareil.

§. V.

De la Combuſtion du Gaz hydrogène, & de la Formation de l'Eau.

La formation de l'eau a cela de particulier, que les deux ſubſtances qui y concourent, l'oxygène & l'hydrogène, ſont l'une & l'autre dans l'état aériforme avant la combuſtion, & que l'une & l'autre ſe transforment par le réſultat de cette opération, en une ſubſtance liquide qui eſt l'eau.

Cette combuſtion ſeroit donc fort ſimple & n'exigeroit pas des appareils fort compliqués, s'il étoit poſſible de ſe procurer des gaz oxygène & hydrogène parfaitement purs & qui fuſſent combuſtibles ſans reſte. On pourroit alors opérer dans de très-petits vaiſſeaux; & en y reſourniſſant continuellement les deux gaz dans la proportion convenable, on continueroit indéfiniment la combuſtion. Mais juſqu'ici les Chimiſtes n'ont encore employé que du gaz oxygène mélangé de gaz azote. Il en a réſulté qu'ils n'ont pu entretenir que pendant un tems limité & très-court la combuſtion du gaz hydro-

gène dans des vaiſſeaux clos : & en effet, le réſidu de gaz azote augmentant continuellement, la flamme s'affoiblit & elle finit par s'éteindre. Cet inconvénient eſt d'autant plus grand, que le gaz oxygène qu'on emploie eſt moins pur : il faut alors, ou ceſſer la combuſtion & ſe réſoudre à n'opérer que ſur de petites quantités, ou refaire le vuide pour ſe débarraſſer du gaz azote : mais dans ce dernier cas on vaporiſe une portion de l'eau qui s'eſt formée, & il en réſulte une erreur d'autant plus dangereuſe, qu'on n'a pas de moyen sûr de l'apprécier.

Ces réflexions me font deſirer de pouvoir répéter un jour les principales expériences de la Chimie pneumatique avec du gaz oxygène abſolument exempt de mêlange de gaz azote, & le ſel muriatique oxygéné de potaſſe en fournit les moyens. Le gaz oxygène qu'on en retire ne paroît contenir de l'azote qu'accidentellement ; en ſorte qu'avec des précautions on pourra l'obtenir parfaitement pur. En attendant que j'aye pu reprendre cette ſuite d'expériences, voici l'appareil que nous avons employé, M. Meuſnier & moi, pour la combuſtion du gaz hydrogène. Il n'y aura rien à y changer, lorſqu'on aura pu ſe procurer des gaz purs, ſi ce n'eſt qu'on pourra diminuer la capacité du vaſe où ſe fait la combuſtion.

J'ai pris un matras ou ballon à large ouverture A, *pl. IV*, *fig. 5*, & j'y ai adapté une platine B C, à laquelle étoit ſoudée une douille creuſe de cuivre *g* F D, fermée par le haut & à laquelle venoient aboutir trois tuyaux. Le premier *d* D *d'* ſe terminoit en *d'* par une ouverture très-petite & à peine capable de laiſſer paſſer une aiguille fine; il communiquoit avec le gazomètre repréſenté *pl. VIII fig. 1*, lequel étoit rempli de gaz hydrogène. Le tuyau oppoſé *g g* communiquoit avec un autre gazomètre tout ſemblable, qui étoit rempli de gaz oxygène : un troiſième tuyau H *h* s'adaptoit à une machine pneumatique, pour qu'on pût faire le vuide dans le ballon A. Enfin la platine B C étoit en outre percée d'un trou garni d'un tube de verre à travers lequel paſſoit un fil de métal *g* L, à l'extrémité duquel étoit adaptée une petite boule L de cuivre, afin qu'on pût tirer une étincelle électrique de L en *d'*, & allumer ainſi le gaz hydrogène amené par le tuyau *d* D *d'*.

Pour que les deux gaz arrivaſſent auſſi ſecs qu'il étoit poſſible, on avoit rempli deux tubes M M, N N, d'un pouce & demi de diamètre environ, & d'un pied de longueur, avec de la potaſſe concrète bien dépouillée d'acide carbonique & concaſſée en morceaux aſſez gros pour que les gaz puſſent paſſer librement

entre les interſtices. J'ai éprouvé depuis que du nitrate ou du muriate de chaux bien ſecs & en poudre groſſière, étoient préférables à la potaſſe, & qu'ils enlevoient plus d'eau à une quantité donnée d'air.

Pour opérer avec cet appareil, on commence par faire le vuide dans le ballon A, au moyen de la pompe pneumatique adaptée au tuyau FH*h*; après quoi on y introduit du gaz oxygène, en tournant le robinet *r* du tube *gg*. Le degré du limbe du gazomètre obſervé avant & après l'introduction du gaz, indique la quantité qui en eſt entrée dans le ballon. On ouvre enſuite le robinet *s* du tube *d* D *d'*, afin de faire arriver le gaz hydrogène; & auſſitôt, ſoit avec une machine électrique, ſoit avec une bouteille de Leyde, on fait paſſer une étincelle de la boule L à l'extrémité *d'* du tube par lequel ſe fait l'écoulement du gaz hydrogène, & il s'allume auſſitôt. Il faut, pour que la combuſtion ne ſoit ni trop lente ni trop rapide, que le gaz hydrogène arrive avec une preſſion d'un pouce & demi à deux pouces d'eau, & que le gaz oxygène n'arrive au contraire qu'avec trois lignes au plus de preſſion.

La combuſtion ainſi commencée, elle ſe continue; mais en s'affoibliſſant à meſure que la quantité de gaz azote qui reſte de la combuſtion

des deux gaz augmente. Il arrive enfin un moment où la portion de gaz azote devient telle, que la combuſtion ne peut plus avoir lieu, & alors la flamme s'éteint. Il faut faire en ſorte de prévenir cette extinction ſpontanée; parce qu'au moyen de ce qu'il y a preſſion plus forte dans le réſervoir de gaz hydrogène que dans celui de gaz oxygène, il ſe feroit un mêlange des deux dans le ballon, & que ce mêlange paſſeroit enſuite dans le réſervoir de gaz oxygène. Il faut donc arrêter la combuſtion en fermant le robinet du tuyau *d* D *d'*, dès qu'on s'apperçoit que la flamme s'affoiblit à un certain point, & avoir une grande attention pour ne point ſe laiſſer ſurprendre.

A une première combuſtion ainſi faite on peut en faire ſuccéder une ſeconde, une troiſième, &c. On refait alors le vuide comme la première fois; on remplit le ballon de gaz oxygène, on ouvre le robinet du tuyau par lequel s'introduit le gaz hydrogène, & on allume par l'étincelle électrique.

Pendant toutes ces opérations, l'eau qui ſe forme, ſe condenſe ſur les parois du ballon & ruiſſelle de toutes parts: elle ſe raſſemble au fond, & il eſt aiſé d'en déterminer le poids quand on connoît celui du ballon. Nous rendrons compte un jour, M. Meuſnier & moi,

des détails de l'expérience que nous avons faite avec cet appareil, dans les mois de janvier & de février 1785, en préſence d'une grande partie des membres de l'Académie. Nous avons tellement multiplié les précautions, que nous avons lieu de la croire exacte. D'après le réſultat que nous avons obtenu, 100 parties d'eau en poids ſont compoſées de 85 d'oxygène & de 15 d'hydrogène.

Il eſt encore un autre appareil pour la combuſtion, avec lequel on ne peut pas faire des expériences auſſi exactes qu'avec les précédens, mais qui préſente un réſultat très-frappant & très-propre à être préſenté dans un cours de Phyſique & de Chimie. Il conſiſte dans un ſerpentin E F, *planche IX*, *figure 5*, renfermé dans un ſeau de métal A B C D. A la partie ſupérieure E du tuyau de ce ſerpentin, on adapte une cheminée G H compoſée d'un double tuyau; ſavoir, de la continuation du ſerpentin & d'un tuyau de fer-blanc qui l'environne. Ces deux tuyaux laiſſent entr'eux un intervalle d'un pouce environ, qu'on remplit avec du ſable.

A l'extrémité inférieure du tuyau intérieur K, s'adapte un tube de verre, & au-deſſous une lampe à eſprit-de-vin L M, à la Quinquet.

Les choſes ainſi préparées, & la quantité d'alkool contenue dans la lampe ayant été bien

déterminée, on allume. L'eau qui ſe forme pendant la combuſtion de l'alkool, s'élève par le tube K E; elle ſe condenſe dans le ſerpentin contenu dans le ſeau A B C D, & va reſſortir en etat d'eau par l'extrémité F du tube où elle eſt reçue dans une bouteille P.

La double enveloppe G H eſt deſtinée à empêcher que le tube ne ſe refroidiſſe dans ſa partie montante, & que l'eau ne s'y condenſe. Elle redeſcendroit le long du tube, ſans qu'on pût en déterminer la quantité; il pourroit d'ailleurs en retomber ſur la mêche des gouttes, qui ne manqueroient pas de l'éteindre. L'objet de cet appareil eſt donc d'entretenir toujours chaude toute la partie G H que j'appelle la cheminée, & toujours froide au contraire la partie qui forme le ſerpentin proprement dit; en ſorte que l'eau ſoit toujours dans l'état de vapeurs dans la partie montante, & qu'elle ſe condenſe ſitôt qu'elle eſt engagée dans la partie deſcendante. Cet appareil a été imaginé par M. Meuſnier: j'en ai donné la deſcription dans les Mémoires de l'Académie, année 1784, page 593 & 594. On peut, en opérant avec précaution, c'eſt-à-dire en entretenant l'eau qui environne le ſerpentin, toujours froide, retirer près de 17 onces d'eau de la combuſtion de 16 onces d'eſprit-de-vin ou alkool.

§.

§. VI.

De l'Oxidation des Métaux.

On déſigne principalement par le nom de calcination ou oxidation, une opération dans laquelle les métaux expoſés à un certain degré de chaleur ſe convertiſſent en oxides, en abſorbant l'oxygène de l'air. Cette combinaiſon ſe fait en raiſon de ce que l'oxygène a plus d'affinité, du moins à un certain degré de température, avec les métaux, qu'il n'en a avec le calorique. En conſéquence le calorique devient libre & ſe dégage : mais comme l'opération, lorſqu'elle ſe fait dans l'air commun, eſt ſucceſſive & lente, le dégagement du calorique eſt peu ſenſible. Il n'en eſt pas de même, lorſque la calcination s'opère dans le gaz oxygène ; elle ſe fait alors d'une manière beaucoup plus rapide, elle eſt ſouvent accompagnée de chaleur & de lumière ; en ſorte qu'on ne peut douter que les ſubſtances métalliques ne ſoient de véritables corps combuſtibles.

Les métaux n'ont pas tous le même degré d'affinité pour l'oxygène. L'or & l'argent, par exemple, & même le platine ne peuvent l'enlever au calorique, à quelque degré de chaleur que ce ſoit. Quant aux autres métaux, ils s'en

chargent d'une quantité plus ou moins grande, &, en général, ils en abſorbent juſqu'à ce que ce principe ſoit en équilibre entre la force du calorique qui le retient, & celle du métal qui l'attire. Cet équilibre eſt une loi générale de la nature dans toutes les combinaiſons.

Dans les opérations de docimaſie & dans toutes celles relatives aux arts, on accélère l'oxidation du métal en donnant un libre accès à l'air extérieur. Quelquefois même on y joint l'action d'un ſoufflet dont le courant eſt dirigé ſur la ſurface du métal. L'opération eſt encore plus rapide, ſi on ſouffle du gaz oxygène; ce qui eſt très-facile à l'aide du gazomètre dont j'ai donné la deſcription. (*Voyez* page 346.) Alors le métal brûle avec flamme, & l'oxidation eſt terminée en quelques inſtans: mais on ne peut employer ce dernier moyen que pour des expériences très en petit, à cauſe de la cherté du gaz oxygène.

Dans l'eſſai des mines & en général dans toutes les opérations courantes des laboratoires, on eſt dans l'uſage de calciner ou oxider les métaux ſur un plat ou ſoucoupe de terre cuite, *pl. IV, fig. 6*, qu'on place ſur un bon fourneau: on nomme ces plats ou ſoucoupes *têts à rôtir*. De tems en tems on remue la matière qu'on veut calciner, afin de renouveller les ſurfaces.

Toutes les fois qu'on opère ſur une ſubſtance métallique qui n'eſt pas volatile, & qu'il ne ſe diſſipe rien pendant l'opération, il y a augmentation de poids du métal. Mais des expériences faites ainſi en plein air, n'auroient jamais conduit à reconnoître la cauſe de l'augmentation du poids des métaux pendant leur oxidation. Ce n'eſt que du moment où l'on a commencé à opérer dans des vaiſſeaux fermés & dans des quantités déterminées d'air, qu'on a été véritablement ſur la voie de la découverte des cauſes de ce phénomène. Un premier moyen qu'on doit à M. Prieſtley, conſiſte à expoſer le métal qu'on ſe propoſe de calciner, ſur une capſule N de porcelaine, *planc. IV*, *fig. 11*, placée ſur un ſupport un peu élevé I K; à le recouvrir avec une cloche de criſtal A plongée dans un baſſin plein d'eau B C D E, & à élever l'eau juſqu'en G H, en ſuçant l'air de la cloche avec un ſiphon qu'on paſſe par-deſſous : on fait enſuite tomber ſur le métal le foyer d'un verre ardent. En quelques minutes l'oxidation s'opère; une partie de l'oxygène contenu dans l'air ſe combine avec le métal; il y a une diminution proportionnée dans le volume de l'air, & ce qui reſte n'eſt plus que du gaz azote, encore mêlé cependant d'une petite quantité de gaz oxygène. J'ai expoſé le détail des expé-

riences que j'ai faites avec cet appareil dans mes opuſcules phyſiques & chimiques, imprimées en 1773, pages 283, 284, 285 & 286. On peut ſubſtituer le mercure à l'eau, & l'expérience n'en eſt que plus concluante.

Un autre procédé dont j'ai expoſé le réſultat dans les Mémoires de l'Académie, année 1774, page 351, & dont la première idée appartient à Boyle, conſiſte à introduire le métal ſur lequel on veut opérer dans une cornue A, *pl. III, fig. 20*, dont on tire à la lampe l'extrémité du col, & qu'on ferme hermétiquement en C. On oxide enſuite le métal, en tenant la cornue ſur un feu de charbon, & en la chauffant avec précaution. Le poids du vaiſſeau & des matières qu'il contient, ne change pas tant qu'on n'a pas rompu l'extrémité C du bec de la cornue; mais ſitôt qu'on procure à l'air extérieur une iſſue pour rentrer, il le fait avec ſifflement.

Cette opération ne ſeroit pas ſans quelque danger, ſi on ſcelloit hermétiquement la cornue ſans avoir fait ſortir auparavant une portion de l'air qu'elle contenoit; la dilatation occaſionnée par la chaleur pourroit faire éclater le vaiſſeau, avec riſque pour ceux qui le tiendroient ou qui ſeroient dans le voiſinage. Pour prévenir ce danger, on doit faire chauffer la cornue avant de la ſceller à la lampe & en faire ſortir une

portion d'air qu'on reçoit ſous une cloche dans l'appareil pneumato-chimique, afin de pouvoir en déterminer la quantité.

Je n'ai point multiplié, autant que je l'aurois deſiré, ces oxidations, & je n'ai obtenu de réſultats ſatisfaiſans qu'avec l'étain : le plomb ne m'a pas bien réuſſi. Il ſeroit à ſouhaiter que quelqu'un voulût bien reprendre ce travail & tenter l'oxidation dans différens gaz; il ſeroit, je crois, bien dédommagé des peines attachées à ce genre d'expériences.

Tous les oxides de mercure étant ſuſceptibles de ſe revivifier ſans addition, & de reſtituer dans ſon état de pureté l'oxygène qu'ils ont abſorbé, aucun métal n'étoit plus propre à devenir le ſujet d'expériences très-concluantes ſur la calcination & l'oxidation des métaux. J'avois d'abord tenté, pour opérer l'oxidation du mercure dans les vaiſſeaux fermés, de remplir une cornue de gaz oxygène, d'y introduire une petite portion de mercure & d'adapter à ſon col une veſſie à moitié remplie de gaz oxygène, comme on le voit repréſenté *planche IV*, *fig.* 12. Je faiſois enſuite chauffer le mercure de la cornue; & en continuant très-long tems l'opération, j'étois parvenu à en oxider une petite portion, & à former de l'oxide rouge qui nageoit à la ſurface : mais la quantité de

mercure que je ſuis parvenu à oxider de cette manière, étoit ſi petite, que la moindre erreur commiſe dans la détermination des quantités de gaz oxygène ayant & après l'oxidation, auroit jetté la plus grande incertitude ſur mes réſultats. J'étois toujours inquiet d'ailleurs, & non ſans de juſtes raiſons, qu'il ne ſe fût échappé de l'air à travers des pores de la veſſie, d'autant plus qu'elle ſe racornit pendant l'opération par la chaleur du fourneau dans lequel on opère, à moins qu'on ne la recouvre de linges entretenus toujours humides.

On opère d'une manière plus sûre avec l'appareil repréſenté *planc. IV*, *figure* 2. (*Voyez* Mém. Acad. année 1775, page 580.) Il conſiſte en une cornue A, au bec de laquelle on ſoude à la lampe d'émailleur un tuyau de verre recourbé BCDE, de 10 à 12 lignes de diamètre, qui s'engage ſous une cloche F G contenue & retournée dans un baſſin plein d'eau ou de mercure. Cette cornue eſt ſoutenue ſur les barres d'un fourneau MMNN : on peut auſſi ſe ſervir d'un bain de ſable. On parvient avec cet appareil à oxider en pluſieurs jours un peu de mercure dans l'air ordinaire, & à obtenir un peu d'oxide rouge qui nage à la ſurface : on peut même le raſſembler, le revivifier & comparer les quantités de gaz obtenu avec l'abſorb-

tion qui a eu lieu pendant la calcination ; (*voyez* page 35 les détails que j'ai donnés sur cette expérience) mais ce genre d'opérations ne pouvant se faire que très en petit, il reste toujours de l'incertitude sur les quantités.

La combustion du fer dans le gaz oxygène étant une véritable oxidation, je dois en faire mention ici. L'appareil qu'emploie M. Ingen-Housz pour cette opération, est représenté *pl. IV*, *fig. 17*. J'en ai déjà donné la description, page 41, & je ne puis qu'y renvoyer.

On peut aussi brûler & oxider du fer sous des cloches de verre remplies de gaz oxygène, de la même manière qu'on brûle du phosphore ou du charbon. On se sert également pour cette opération de l'appareil représenté *planche IV*, *fig. 3*, & dont j'ai donné la description, p. 61. Il faut dans cette expérience, comme dans la combustion, attacher à l'une des extrémités du fil de fer, ou des copeaux de fer qu'on se propose de brûler, un petit morceau d'amadoue & un atôme de phosphore : le fer chaud qu'on passe sous la cloche allume le phosphore ; celui-ci allume l'amadoue, & l'inflammation se communique au fer. M. Ingen-Housz nous a appris qu'on pouvoit brûler ou oxider de la même manière tous les métaux, à l'exception de l'or, de l'argent & du mercure. Il ne s'agit que de

ſe procurer ces métaux en fils très-fins ou en feuilles minces coupées par bandes ; on les tortille avec du fil de fer, & ce dernier métal communique aux autres la propriété de s'enflammer & de s'oxider.

Nous venons de voir comment on parvenoit à oxider de très-petites quantités de mercure dans les vaiſſeaux fermés & dans des volumes d'air limités : ce n'eſt de même qu'avec beaucoup de peine qu'on parvient à oxider ce métal, même à l'air libre. On ſe ſert ordinairement dans les laboratoires pour cette opération d'un matras A, *planche IV*, *fig.* 10, à cul très-plat, qui a un col BC très-allongé & terminé par une très-petite ouverture : ce vaiſſeau porte le nom d'*enfer de Boyle*. On y introduit aſſez de mercure pour couvrir ſon fond, & on le place ſur un bain de ſable qu'on entretient à un degré de chaleur fort approchant du mercure bouillant. En continuant ainſi pendant pluſieurs mois, avec cinq ou ſix de ces matras, & en renouvellant de tems en tems le mercure, on parvient à obtenir quelques onces de cet oxide.

Cet appareil a un grand inconvénient, c'eſt que l'air ne s'y renouvelle pas aſſez ; mais, d'un autre côté, ſi on donnoit à l'air extérieur une circulation trop libre, il emporteroit avec lui

du mercure en diſſolution, & au bout de quelques jours on n'en retrouveroit plus dans le vaiſſeau. Comme de toutes les expériences que l'on peut faire ſur l'oxidation des métaux, celles ſur le mercure ſont les plus concluantes, il ſeroit à ſouhaiter qu'on pût imaginer un appareil ſimple au moyen duquel on pût démontrer cette oxidation & les réſultats qu'on en obtient dans les cours publics. On y parviendroit, ce me ſemble, par des moyens analogues à ceux que j'ai décrits pour la combuſtion des huiles ou du charbon ; mais je n'ai pu reprendre encore ce genre d'expériences.

L'oxide de mercure ſe revivifie, comme je l'ai dit, ſans addition ; il ſuffit de le faire chauffer à un degré de chaleur légèrement rouge. L'oxygène à ce degré a plus d'affinité avec le calorique qu'avec le mercure, & il ſe forme du gaz oxygène ; mais ce gaz eſt toujours mêlé d'un peu de gaz azote, ce qui indique que le mercure en abſorbe une petite portion pendant ſon oxidation. Il contient auſſi preſque toujours un peu de gaz acide carbonique ; ce qu'on doit ſans doute attribuer aux ordures qui s'y mêlent, qui ſe charbonnent & qui convertiſſent enſuite une portion de gaz oxygène en gaz acide carbonique.

Si les Chimiſtes étoient réduits à tirer de

l'oxide de mercure fait par voie de calcination, tout le gaz oxygène qu'ils emploient dans leurs expériences, le prix exceſſif de cette préparation rendroit abſolument impraticables les expériences un peu en grand. Mais on peut également oxygéner le mercure par l'acide nitrique, & on obtient un oxide rouge plus pur que celui même qui a été fait par voie de calcination. On le trouve tout préparé dans le commerce & à un prix modéré: il faut choiſir de préférence celui qui eſt en morceaux ſolides & formé de lames douces au toucher & qui tiennent enſemble. Celui qui eſt en poudre eſt quelquefois mêlangé d'oxide rouge de plomb: il ne paroît pas que celui en morceaux ſolides ſoit ſuſceptible de la même altération. J'ai quelquefois eſſayé de préparer moi-même cet oxide par l'acide nitrique: la diſſolution du métal faite, j'évaporois juſqu'à ſiccité, & je calcinois le ſel, ou dans des cornues, ou dans des capſules faites avec des fragmens de matras coupés par la méthode que j'ai indiquée; mais jamais je n'ai pu parvenir à l'avoir auſſi beau que celui du commerce. On le tire, je crois, de Hollande.

Pour obtenir le gaz oxygène de l'oxide de mercure, j'ai coutume de me ſervir d'une cornue de porcelaine à laquelle j'adapte un long

tube de verre qui s'engage ſous des cloches dans l'appareil pneumato-chimique à l'eau. Je place au bout du tube un vaſe plongé dans l'eau, dans lequel ſe raſſemble le mercure à meſure qu'il ſe revivifie. Le gaz oxygène ne commence à paſſer que quand la cornue devient rouge. C'eſt un principe général que M. Berthollet a bien établi, qu'une chaleur obſcure ne ſuffit pas pour former du gaz oxygène; il faut de la lumière : ce qui ſemble prouver que la lumière eſt un de ſes principes conſtituans. On doit dans la revivification de l'oxide rouge de mercure rejeter les premières portions de gaz qu'on obtient, parce qu'elles ſont mêlées d'air commun en raiſon de celui contenu dans le vuide des vaiſſeaux; mais avec cette précaution même, on ne parvient pas à obtenir du gaz oxygène parfaitement pur; il contient communément un dixième de gaz azote, & preſque toujours une très petite portion de gaz acide carbonique. On ſe débarraſſe de ce dernier, au moyen d'une liqueur alkaline cauſtique à travers laquelle on fait paſſer le gaz qu'on a obtenu. A l'égard du gaz azote, on ne connoît aucun moyen de l'en ſéparer; mais on peut en connoître la quantité, en laiſſant le gaz oxygène pendant une quinzaine de jours en contact avec du ſulfure de ſoude ou de potaſſe.

Le gaz oxygène eſt abſorbé ; il forme de l'acide ſulfurique avec le ſoufre, & il ne reſte que le gaz azote ſeul.

Il y a beaucoup d'autres moyens de ſe procurer du gaz oxygène : on peut le tirer de l'oxide noir de manganèſe ou du nitrate de potaſſe par une chaleur rouge, & l'appareil qu'on emploie eſt à peu près le même que celui que j'ai décrit pour l'oxide rouge de mercure. Il faut ſeulement un degré de chaleur plus fort & au moins égal à celui qui eſt ſuſceptible de ramollir le verre : on ne peut en conſéquence employer que des cornues de grès ou de porcelaine. Mais le meilleur de tous, c'eſt-à-dire le plus pur, eſt celui qu'on dégage du muriate oxygéné de potaſſe par la ſimple chaleur. Cette opération peut ſe faire dans une cornue de verre, & le gaz qu'on obtient eſt abſolument pur, pourvû toutefois que l'on rejette les premières portions qui ſont mêlées d'air des vaiſſeaux.

§. VII.

De la Détonation.

J'ai fait voir, Chapitre IX, page 103 & ſuiv. que l'oxygène, en ſe combinant dans les différens corps, ne ſe dépouilloit pas toujours de tout le calorique qui le conſtituoit dans l'état

de gaz ; qu'il entroit, par exemple, avec preſque tout ſon calorique dans la combinaiſon qui forme l'acide nitrique & dans celle qui forme l'acide muriatique oxygéné ; en ſorte que l'oxygène dans le nitre & ſur-tout dans le muriate oxygéné, étoit juſqu'à un certain point dans l'état de gaz oxygène condenſé & réduit au plus petit volume qu'il puiſſe occuper.

Le calorique dans ces combinaiſons exerce un effort continuel ſur l'oxygène, pour le ramener à l'état de gaz : l'oxigène en conſéquence y tient peu ; la moindre force ſuffit pour lui rendre la liberté, & il reparoît ſouvent dans un inſtant preſque indiviſible dans l'état de gaz. C'eſt ce paſſage bruſque de l'état concret à l'état aériforme qu'on a nommé détonation, parce qu'en effet il eſt ordinairement accompagné de bruit & de fracas. Le plus communément ces détonations s'opèrent par la combinaiſon du charbon, ſoit avec le nitre, ſoit avec le muriate oxygéné. Quelquefois pour faciliter encore l'inflammation, on y ajoute du ſoufre ; & c'eſt ce mêlange fait dans de juſtes proportions & avec des manipulations convenables, qui conſtitue la poudre à canon.

L'oxygène par la détonation avec le charbon change de nature, & il ſe convertit en acide carbonique. Ce n'eſt donc pas du gaz oxygène

qui ſe dégage, mais du gaz acide carbonique, du moins quand le mêlange a été fait dans de juſtes proportions. Il ſe dégage en outre du gaz azote dans la détonation du nître, parce que l'azote eſt un des principes conſtituans de l'acide nitrique.

Mais l'expanſion ſubite & inſtantanée de ces gaz ne ſuffit pas pour expliquer tous les phénomènes relatifs à la détonation. Si cette cauſe y influoit ſeule, la poudre ſeroit d'autant plus forte que la quantité de gaz dégagé dans un tems donné ſeroit plus conſidérable; ce qui ne s'accorde pas toujours avec l'expérience. J'ai eu occaſion d'éprouver des eſpèces de poudre à tirer qui produiſoient un effet preſque double de la poudre ordinaire, quoiqu'elles donnaſſent un ſixième de gaz de moins par la détonation. Il y a apparence que la quantité de calorique qui ſe dégage au moment de la détonation, contribue beaucoup à en augmenter l'effet, & on peut en concevoir pluſieurs raiſons. Premièrement, quoique le calorique pénètre aſſez librement à travers les pores de tous les corps, il ne peut cependant y paſſer que ſucceſſivement & en un tems donné: lors donc que la quantité qui ſe dégage à la fois eſt trop conſidérable, & qu'elle eſt beaucoup plus grande que celle qui peut ſe débiter, s'il eſt

permis de ſe ſervir de cette expreſſion, par les pores des corps, il doit agir à la manière des fluides élaſtiques ordinaires & renverſer tout ce qui s'oppoſe à ſon paſſage. Une partie de cet effet doit avoir lieu, lorſqu'on allume de la poudre dans un canon : quoique le métal qui le compoſe ſoit perméable pour le calorique, la quantité qui s'en dégage à la fois eſt tellement grande, qu'elle ne trouve pas une iſſue aſſez prompte à travers les pores du métal ; elle fait donc un effort en tous ſens, & c'eſt cet effort qui eſt employé à chaſſer le boulet.

Secondement, le calorique produit néceſſairement un ſecond effet qui dépend également de la force répulſive que ſes molécules paroiſſent exercer les unes ſur les autres : il dilate les gaz qui ſe dégagent au moment de l'inflammation de la poudre, & cette dilatation eſt d'autant plus grande que la température eſt plus élevée.

Troiſièmement, il eſt poſſible qu'il y ait décompoſition de l'eau dans l'inflammation de la poudre, & qu'elle fourniſſe de l'oxygène au charbon pour former de l'acide carbonique. Si les choſes ſe paſſent ainſi, il doit ſe dégager rapidement, au moment de la détonation de la poudre, une grande quantité de gaz hydrogène qui ſe débande & qui contribue à augmenter la force de l'exploſion. On ſentira com-

bien cette circonſtance doit contribuer à augmenter l'effet de la poudre, ſi l'on conſidère que le gaz hydrogène ne pèſe qu'un grain deux tiers par pinte; qu'il n'en faut par conſéquent qu'une très petite quantité en poids pour occuper un très-grand eſpace, & qu'il doit exercer une force expanſive prodigieuſe, quand il paſſe de l'état liquide à l'état aériforme.

Quatrièmement enfin une portion d'eau non décompoſée doit ſe réduire en vapeurs dans l'inflammation de la poudre, & l'on ſait que dans l'état de gaz elle occupe un volume 17 à 18 cent fois plus grand que lorſqu'elle eſt dans l'état liquide.

J'ai déjà fait une aſſez grande ſuite d'expériences ſur la nature des fluides élaſtiques qui ſe dégagent de la détonation du nitre avec le charbon & avec le ſoufre; j'en ai fait auſſi quelques-unes avec le muriate oxygéné de potaſſe. C'eſt un moyen qui conduit à des connoiſſances aſſez préciſes ſur les parties conſtituantes de ces ſels, & j'ai déjà donné, Tome XI du recueil des Mémoires préſentés à l'Académie par des ſavans étrangers, page 625, quelques réſultats principaux de mes expériences & des conſéquences auxquelles elles m'ont conduit relativement à l'analyſe de l'acide nitrique. Maintenant que je me ſuis procuré des appareils

plus

plus commodes, je me prépare à répéter les mêmes expériences un peu plus en grand, & j'obtiendrai plus de préciſion dans les réſultats : en attendant, je vais rendre compte des procédés que j'ai adoptés & employés juſqu'à préſent. Je recommande avec bien de l'inſtance à ceux qui voudront répéter quelques unes de ces expériences, d'y apporter une extrême prudence ; de ſe méfier de tout mêlange où il entre du ſalpêtre, du charbon & du ſoufre, & plus encore de ceux dans leſquels il entre du ſel muriatique oxygéné de potaſſe combiné & mêlangé avec ces deux matières.

Je me ſuis prémuni de canons de piſtolets de ſix pouces de longueur environ & de cinq à ſix lignes de diamètre. J'en ai bouché la lumière avec une pointe de clou frappée à force, caſſée dans le trou même, & ſur laquelle j'ai fait couler un peu de ſoudure blanche de ferblantier, afin qu'il ne reſtât aucune iſſue à l'air par cette ouverture. On charge ces canons avec une pâte médiocrement humectée, faite avec des quantités bien connues de ſalpêtre & de charbon réduits en poudre impalpable, ou de tout autre mêlange ſuſceptible de détoner. A chaque portion de matière qu'on introduit dans le canon, on doit bourer avec un bâton qui ſoit du même calibre, à peu près comme on

charge les fuſées. La matière ne doit pas emplir le piſtolet tout-à-fait juſqu'à ſa bouche ; il eſt bon qu'il reſte quatre ou cinq lignes de vuide à l'extrémité : alors on ajoute un bout de 2 pouces de long environ de mêche nommée *étoupille*. La ſeule difficulté de ce genre d'expériences, ſur-tout ſi l'on ajoute du ſoufre au mêlange, eſt de ſaiſir le point d'humectation convenable : ſi la matière eſt trop humide, elle n'eſt point ſuſceptible de s'allumer, ſi elle eſt trop sèche, la détonation eſt trop vive & peut devenir dangereuſe.

Quand on n'a pas pour objet de faire une expérience rigoureuſement exacte, on allume la mêche, & quand elle eſt près de communiquer l'inflammation à la matière, on plonge le piſtolet ſous une grande cloche d'eau dans l'appareil pneumato-chimique. La détonation commencée, elle ſe continue ſous l'eau, & le gaz ſe dégage avec plus ou moins de rapidité, ſuivant que la matière eſt plus ou moins sèche. Il faut, tant que la détonation dure, tenir le bout du piſtolet incliné, afin que l'eau ne rentre pas dans l'intérieur. J'ai quelquefois recueilli ainſi le gaz produit par la détonation d'une once & demie ou de deux onces de nitre.

Il n'eſt pas poſſible, dans cette manière d'opérer, de connoître la quantité de gaz acide

carbonique qui ſe dégage, parce qu'une partie eſt abſorbée par l'eau à meſure qu'il la traverſe; mais l'acide carbonique une fois abſorbé, il reſte le gaz azote; & ſi on a la précaution de l'agiter pendant quelques minutes dans de la potaſſe cauſtique en liqueur, on l'obtient pur, & il eſt aiſé d'en déterminer le volume & le poids. Il eſt même poſſible d'arriver par cette méthode à une connoiſſance aſſez préciſe de la quantité de gaz acide carbonique, en répétant l'expérience un grand nombre de fois & en faiſant varier les doſes du charbon, juſqu'à ce qu'on ſoit arrivé à la juſte proportion qui fait détoner la totalité du nitre. Alors, d'après le poids du charbon employé, on détermine celui d'oxygène qui a été néceſſaire pour le ſaturer, & on en conclut la quantité d'oxygène contenu dans une quantité donnée de nitre.

Il eſt au ſurplus un autre moyen que j'ai pratiqué & qui conduit à des réſultats plus sûrs; c'eſt de recevoir dans des cloches remplies de mercure le gaz qui ſe dégage. Le bain de mercure que j'ai maintenant, eſt aſſez grand pour qu'on puiſſe y placer des cloches de douze à quinze pintes de capacité. De pareilles cloches, comme l'on ſent, ne ſont pas très-maniables quand elles ſont remplies de mercure; auſſi faut-il employer pour les remplir

des moyens particuliers que je vais indiquer. On place la cloche ſur le bain de mercure; on paſſe par-deſſous un ſiphon de verre dont on a adapté l'extrémité extérieure à une petite pompe pneumatique: on fait jouer le piſton, & on élève le mercure juſqu'au haut de la cloche. Lorſqu'elle eſt ainſi remplie, on y fait paſſer le gaz de la détonation de la même manière que dans une cloche qui ſeroit remplie d'eau. Mais, je le répète, ce genre d'expériences exige les plus grandes précautions. J'ai vu quelquefois, quand le dégagement du gaz étoit trop rapide, des cloches pleines de mercure peſant plus de 150 livres, s'enlever par la force de l'exploſion: le mercure jailliſſoit au loin, & la cloche étoit briſée en un grand nombre d'éclats.

Lorſque l'expérience a réuſſi & que le gaz eſt raſſemblé ſous la cloche, on en détermine le volume comme je l'ai indiqué pages 361 & 362. On y introduit enſuite un peu d'eau, de puis la potaſſe diſſoute dans l'eau & dépouillée d'acide carbonique, & on parvient à en faire une analyſe rigoureuſe, comme je l'ai enſeigné pages 365 & ſuivantes.

Il me tarde d'avoir mis la dernière main aux expériences que j'ai commencées ſur les détonations, parce qu'elles ont un rapport

immédiat avec les objets dont je ſuis chargé, & qu'elles jetteront, à ce que j'eſpère, quelques lumières ſur les opérations relatives à la fabrication de la poudre.

CHAPITRE VIII.

Des Inſtrumens néceſſaires pour opérer ſur les corps à de très-hautes températures.

§. PREMIER.

De la Fuſion.

LORSQU'ON écarte les unes des autres, par le moyen de l'eau, les molécules d'un ſel, cette opération, comme nous l'avons vu plus haut, ſe nomme *ſolution*. Ni le diſſolvant, ni le corps tenu en diſſolution ne ſont décompoſés dans cette opération; auſſi dès l'inſtant que la cauſe qui tenoit les molécules écartées ceſſe, elles ſe réuniſſent, & la ſubſtance ſaline reparoît telle qu'elle étoit avant la ſolution.

On opère auſſi de véritables ſolutions par le feu, c'eſt-à-dire, en introduiſant & en accumulant entre les molécules d'un corps une grande quantité de calorique. Cette ſolution des corps par le feu ſe nomme *fuſion*.

Les fuſions en général ſe font dans des vaſes que l'on nomme creuſets, & l'une des premières conditions eſt qu'ils ſoient moins fuſibles que

la ſubſtance qu'ils doivent contenir. Les Chimiſtes de tous les âges ont en conſéquence attaché une grande importance à ſe procurer des creuſets de matières très-réfractaires, c'eſt-à dire, qui euſſent la propriété de réſiſter à un très-grand degré de feu. Les meilleurs ſont ceux qui ſont faits avec de l'argile très-pure ou de la terre à porcelaine. On doit éviter d'employer pour cet uſage les argiles mêlangées de ſilice ou de terre calcaire, parce qu'elles ſont trop fuſibles. Toutes celles qu'on tire aux environs de Paris ſont dans ce cas; auſſi les creuſets qu'on fabrique dans cette ville fondent-ils à une chaleur aſſez médiocre, & ne peuvent-ils ſervir que dans un très-petit nombre d'opérations chimiques. Ceux qui viennent de Heſſe ſont aſſez bons, mais on doit préférer ceux de terre de Limoges qui paroiſſent être abſolument infuſibles. Il exiſte en France un grand nombre d'argiles propres à faire des creuſets; telle eſt celle, par exemple, dont on ſe ſert pour les creuſets de la glacerie de Saint-Gobin.

On donne aux creuſets différentes formes, ſuivant les opérations auxquelles on ſe propoſe de les employer. On a repréſenté celles qui ſont le plus uſitées dans les *fig. 7, 8, 9 & 10* de la *planche VII.* Ceux repréſentés *figure 9*, qui

ſont preſque fermés par en haut, ſe nomment *tutes*.

Quoique la fuſion puiſſe ſouvent avoir lieu ſans que le corps qui y eſt ſoumis change de nature & ſe décompoſe, cette opération eſt cependant auſſi un des moyens de décompoſition & de recompoſition que la Chimie emploie. C'eſt par la fuſion qu'on extrait tous les métaux de leurs mines, qu'on les revivifie, qu'on les moule, qu'on les allie les uns aux autres; c'eſt par elle que l'on combine l'alkali & le ſable pour former du verre, que ſe fabriquent les pierres colorées, les émaux, &c.

Les anciens Chimiſtes employoient beaucoup plus fréquemment l'action d'un feu violent, que nous ne le faiſons aujourd'hui. Depuis qu'on a introduit plus de rigueur dans la manière de faire des expériences, on préfère la voie humide à la voie sèche, & on n'a recours à la fuſion que lorſqu'on a épuiſé tous les autres moyens d'analyſe.

Pour appliquer aux corps l'action du feu, on ſe ſert de fourneaux, & il me reſte à décrire ceux qu'on emploie pour les différentes opérations de la Chimie.

§. II.

Des Fourneaux.

Les fourneaux ſont les inſtrumens dont on fait le plus d'uſage en Chimie : c'eſt de leur bonne ou de leur mauvaiſe conſtruction que dépend le ſort d'un grand nombre d'opérations ; en ſorte qu'il eſt d'une extrême importance de bien monter un laboratoire en ce genre. Un fourneau eſt une eſpèce de tour cylindrique creuſe A B C D, quelquefois un peu évaſée par le haut, *planche XIII, fig. 1.* Elle doit avoir au moins deux ouvertures latérales, une ſupérieure F qui eſt la porte du foyer, une inférieure G qui eſt la porte du cendrier.

Dans l'intervalle de ces deux portes le fourneau eſt partagé en deux par une grille placée horiſontalement, qui forme une eſpèce de diaphragme & qui eſt deſtinée à ſoutenir le charbon. On a indiqué la place de cette grille par la ligne H I. La capacité qui eſt au-deſſus de la grille, c'eſt-à-dire au-deſſus de la ligne H I, ſe nomme foyer, parce qu'en effet c'eſt dans cette partie que l'on entretient le feu ; la capacité qui eſt au-deſſous porte le nom de cendrier, par la raiſon que c'eſt dans cette partie que ſe raſſemblent les cendres à meſure qu'elles ſe forment.

Le fourneau repréſenté *planche XIII*, *fig. 1*, eſt le moins compliqué de tous ceux dont on ſe ſert en Chimie, & il peut être employé cependant à un grand nombre d'uſages. On peut y placer des creuſets, y fondre du plomb, de l'étain, du biſmuth, & en général toutes les matières qui n'exigent pas pour être fondues, un degré de feu très-conſidérable. On peut y faire des calcinations métalliques, placer deſſus des baſſines, des vaiſſeaux évaporatoires, des capſules de fer pour former des bains de ſable, comme on le voit repréſenté *pl. III*, *fig. 1 & 2*. C'eſt pour le rendre applicable à ces différentes opérations, qu'on a ménagé dans le haut des échancrures *m m m m*; autrement la baſſine qu'on auroit poſée ſur le fourneau auroit intercepté tout paſſage à l'air, & le charbon ſe ſeroit éteint. Si ce fourneau ne produit qu'un degré de chaleur médiocre, c'eſt que la quantité de charbon qu'il peut conſommer eſt limitée par la quantité d'air qui peut paſſer par l'ouverture G du cendrier. On augmenteroit beaucoup ſon effet, en aggrandiſſant cette ouverture; mais le grand courant d'air qui conviendroit dans quelques expériences, auroit de l'inconvénient dans beaucoup d'autres, & c'eſt ce qui oblige de garnir un laboratoire de fourneaux de différentes formes & conſtruits ſous différens

points de vue. Il en faut ſur-tout pluſieurs ſemblables à celui que je viens de décrire, & de différentes grandeurs.

Une autre eſpèce de fourneau, peut-être encore plus néceſſaire, eſt le fourneau de réverbère repréſenté *planche XIII*, *figure* 2. Il eſt compoſé, comme le fourneau ſimple, d'un cendrier HIKL dans ſa partie inférieure, d'un foyer KLMN, d'un laboratoire MNOP, d'un dôme RSRS; enfin le dôme eſt ſurmonté d'un tuyau TTVV, auquel on peut en ajouter pluſieurs autres, ſuivant le genre des expériences.

C'eſt dans la partie MNOP nommée le laboratoire, que ſe place la cornue A qu'on a indiquée par une ligne ponctuée; elle y eſt ſoutenue ſur deux barres de fer qui traverſent le fourneau. Son col ſort par une échancrure latérale faite partie dans la pièce qui forme le laboratoire, partie dans celle qui forme le dôme. A cette cornue s'adapte un récipient B.

Dans la plupart des fourneaux de réverbère qui ſe trouvent tout faits chez les potiers de terre à Paris, les ouvertures tant inférieures que ſupérieures ſont beaucoup trop petites; elles ne donnent point paſſage à un volume d'air aſſez conſidérable; & comme la quantité de charbon conſommée, ou, ce qui revient au même, comme la quantité de calorique déga-

gée eſt à peu près proportionnelle à la quantité d'air qui paſſe par le fourneau, il en réſulte que ces fourneaux ne produiſent pas tout l'effet qu'on pourroit deſirer dans un grand nombre d'opérations. Pour admettre d'abord par le bas un volume d'air ſuffiſant, il faut, au lieu d'une ouverture G au cendrier, en avoir deux GG: on en condamne une lorſqu'on le juge à propos, & alors on n'obtient plus qu'un degré de feu modéré; on les ouvre au contraire l'une & l'autre, quand on veut donner le plus grand coup de feu que le fourneau puiſſe produire.

L'ouverture ſupérieure SS du dôme, ainſi que celle des tuyaux VVXX, doit être auſſi beaucoup plus grande qu'on n'a coutume de la faire.

Il eſt important de ne point employer des cornues trop groſſes relativement à la grandeur du fourneau. Il faut qu'il y ait toujours un eſpace ſuffiſant pour le paſſage de l'air entre les parois du fourneau & celles du vaiſſeau qui y eſt contenu. La cornue A dans la *figure* 2 eſt un peu trop petite pour ce fourneau, & je trouve plus facile d'en avertir que de faire rectifier la figure.

Le dôme a pour objet d'obliger la flamme & la chaleur à environner de toutes parts la cornue & de la réverbérer; c'eſt de-là qu'eſt

venu le nom de fourneau de réverbère. Sans cette réverbération de la chaleur, la cornue ne ſeroit échauffée que par ſon fond; les vapeurs qui s'en élèveroient ſe condenſeroient dans la partie ſupérieure, elles ſe recohoberoient continuellement ſans paſſer dans le récipient: mais au moyen du dôme, la cornue ſe trouve échauffée de toutes parts; les vapeurs ne peuvent donc ſe condenſer que dans le col & dans le récipient, & elles ſont forcées de ſortir de la cornue.

Quelquefois, pour empêcher que le fond de la cornue ne ſoit échauffé ou refroidi trop bruſquement, & pour évirer que ces alternatives de chaud & de froid n'en occaſionnent la fracture, on place ſur les barres une petite capſule de terre cuite dans laquelle on met un peu de ſable, & on poſe ſur ce ſable le fond de la cornue.

Dans beaucoup d'opérations on enduit les cornues de différens luts. Quelques-uns de ces luts n'ont pour objet que de les défendre des alternatives de chaud & de froid; quelquefois ils ont pour objet de contenir le verre, ou plutôt de former une double cornue qui ſupplée à celle de verre dans les operations où le degré de feu eſt aſſez fort pour le ramollir.

Le premier de ces luts ſe fait avec de la

terre à four à laquelle on joint un peu de bourre ou poil de vache : on fait une pâte de ces matières, & on l'étend ſur les cornues de verre ou de grès. Si au lieu de terre à four qui eſt déjà mêlangée, on n'avoit que de l'argile ou de la glaiſe pure, il faudroit y ajouter du ſable. A l'égard de la bourre, elle eſt utile pour mieux lier enſemble la terre : elle brûle à la première impreſſion du feu ; mais les interſtices qu'elle laiſſe empêchent que l'eau qui eſt contenue dans la terre, en ſe vaporiſant, ne rompe la continuité du lut & qu'il ne tombe en pouſſière.

Le ſecond lut eſt compoſé d'argile & de fragmens de poteries de grès groſſièrement pilés. On en fait une pâte aſſez ferme, qu'on étend ſur les cornues. Ce lut ſe deſſèche & ſe durcit par le feu, & forme lui-même une véritable cornue ſupplémentaire, qui contient les matières quand la cornue de verre vient à ſe ramollir. Mais ce lut n'eſt d'aucune utilité dans les expériences où on a pour objet de recueillir les gaz, parce qu'il eſt toujours poreux & que les fluides aériformes paſſent au travers.

Dans un grand nombre d'opérations, & en général toutes les fois qu'on n'a pas beſoin de donner aux corps qu'on traite un degré de chaleur très-violent, le fourneau de réverbère

peut ſervir de fourneau de fuſion. On ſupprime alors le laboratoire MNOP, & on établit à la place le dôme RSRS, comme on le voit repréſenté *planche XIII, fig. 3.*

Un fourneau de fuſion très-commode eſt celui repréſenté *figure 4.* Il eſt compoſé d'un foyer ABCD, d'un cendrier ſans porte & d'un dôme ABGH. Il eſt troué en E pour recevoir le bout d'un ſoufflet qu'on y lute ſolidement. Il doit être proportionnellement moins haut qu'il n'eſt repréſenté dans la figure. Ce fourneau ne procure pas un degré de feu très-violent ; mais il ſuffit pour toutes les opérations courantes. Il a de plus l'avantage d'être tranſporté commodément, & de pouvoir être placé dans tel lieu du laboratoire qu'on le juge à propos. Mais ces fourneaux particuliers ne diſpenſent pas d'avoir dans un laboratoire une forge garnie d'un bon ſoufflet, & ce qui eſt encore plus important, un bon fourneau de fuſion. Je vais donner la deſcription de celui dont je me ſers, & détailler les principes d'après leſquels je l'ai conſtruit.

L'air ne circule dans un fourneau que parce qu'il s'échauffe en paſſant à travers les charbons : alors il ſe dilate ; devenu plus léger que l'air environnant, il eſt forcé de monter par la preſſion des colonnes latérales, & il eſt

remplacé par de nouvel air qui arrive de toutes parts, principalement par-deſſous. Cette circulation de l'air a lieu lorſque l'on brûle du charbon même dans un ſimple réchaut : mais il eſt aiſé de concevoir que la maſſe d'air qui paſſe par un fourneau ainſi ouvert de toutes parts, ne peut pas être, toutes choſes d'ailleurs égales, auſſi grande que celle qui eſt contrainte de paſſer par un fourneau formé en tour creuſe, comme le ſont en général les fourneaux chimiques, & que par conſéquent la combuſtion ne peut pas y être auſſi rapide.

Soit ſuppoſé, par exemple, un fourneau ABCDEF, *planche XIII, figure 5*, ouvert par le haut & rempli de charbons ardens ; la force avec laquelle l'air ſera obligé de paſſer à travers les charbons, ſera meſurée par la différence de peſanteur ſpécifique de deux colonnes AC, l'une d'air froid pris en-dehors du fourneau, l'autre d'air chaud pris en-dedans. Ce n'eſt pas qu'il n'y ait encore de l'air échauffé au-deſſus de l'ouverture AB du fourneau, & il eſt certain que ſon excès de légèreté doit entrer auſſi pour quelque choſe dans le calcul ; mais comme cet air chaud eſt continuellement refroidi & emporté par l'air extérieur, cette portion ne peut pas faire beaucoup d'effet.

Mais ſi à ce même fourneau on ajoute un grand

grand tuyau creux de même diamètre que lui GHAB, qui defende l'air qui a été échauffé par les charbons ardens, d'être refroidi, diſperſé & emporté par l'air environnant, la différence de peſanteur ſpécifique en vertu de laquelle s'opérera la circulation de l'air, ne ſera plus celle de deux colonnes AC, l'une extérieure, l'autre intérieure; ce ſera celle de deux colonnes égales à GC. Or, à chaleur égale, ſi la colonne GC=3AC, la circulation de l'air ſe fera en raiſon d'une force triple. Il eſt vrai que je ſuppoſe ici que l'air contenu dans la capacité GHCD eſt autant échauffé que l'étoit l'air contenu dans la capacité ABCD, ce qui n'eſt pas rigoureuſement vrai; car la chaleur doit décroître de AB à GH: mais comme il eſt évident que l'air de la capacité GHAB eſt beaucoup plus chaud que l'air extérieur, il en réſulte toujours que l'addition de la tour creuſe GHAB augmente la rapidité du courant d'air, qu'il en paſſe plus à travers les charbons, & que par conſéquent il y aura plus de combuſtion.

Conclurons-nous de ces principes qu'il faille augmenter indéfiniment la longueur du tuyau GHAB? Non ſans doute; car puiſque la chaleur de l'air diminue de AB en GH, ne fût-ce que par le refroidiſſement cauſé à cet air

par le contact des parois du tuyau, il en réſulte que la peſanteur ſpécifique de l'air qui le traverſe diminue graduellement, & que ſi le tuyau étoit prolongé à un certain point, on arriveroit à un terme où la peſanteur ſpécifique de l'air ſeroit égale en-dedans & en-dehors du tuyau; & il eſt évident qu'alors cet air froid qui ne tendroit plus à monter, ſeroit une maſſe à déplacer qui apporteroit une réſiſtance à l'aſcenſion de l'air inférieur. Bien plus, comme cet air eſt néceſſairement mêlé de gaz acide carbonique, & que ce gaz eſt plus lourd que l'air atmoſphérique, il arriveroit, ſi ce tuyau étoit aſſez long pour que l'air avant de parvenir à ſon extrémité pût ſe rapprocher de la température extérieure, qu'il tendroit à redeſcendre; d'où il faut conclure que la longueur des tuyaux qu'on ajoute ſur les fourneaux eſt limitée par la nature des choſes.

Les conſéquences auxquelles nous conduiſent ces réflexions, ſont 1°. que le premier pied de tuyau qu'on ajoute ſur le dôme d'un fourneau, fait plus d'effet que le ſixième, par exemple; que le ſixième en fait plus que le dixième: mais aucune expérience ne nous a encore fait connoître à quel terme on doit s'arrêter; 2°. que ce terme eſt d'autant plus éloigné que le tuyau eſt moins bon conducteur de chaleur, puiſque

l'air s'y refroidit d'autant moins ; en ſorte que la terre cuite eſt beaucoup préférable à la tôle pour faire des tuyaux de fourneaux, & que ſi même on les formoit d'une double enveloppe, ſi on rempliſſoit l'intervalle de charbon pilé, qui eſt une des ſubſtances la moins propre à tranſmettre la chaleur, on retarderoit le refroidiſſement de l'air, & on augmenteroit par conſéquent la rapidité du courant & la poſſibilité d'employer un tuyau plus long ; 3°. que le foyer du fourneau étant l'endroit le plus chaud & celui par conſéquent où l'air qui le traverſe eſt le plus dilaté, cette partie du fourneau doit être auſſi la plus volumineuſe, & qu'il eſt néceſſaire d'y ménager un renflement conſidérable. Il eſt d'une néceſſité d'autant plus indiſpenſable de donner beaucoup de capacité à cette partie du fourneau, qu'elle n'eſt pas ſeulement deſtinée au paſſage de l'air qui doit favoriſer, ou pour mieux dire, opérer la combuſtion ; elle doit encore contenir le charbon & le creuſet ; en ſorte qu'on ne peut compter pour le paſſage de l'air que l'intervalle que laiſſent entr'eux les charbons.

C'eſt d'après ces principes que j'ai conſtruit mon fourneau de fuſion, & je ne crois pas qu'il en exiſte aucun qui produiſe un effet plus violent. Cependant je n'oſe pas encore me flatter

d'être arrivé à la plus grande intenſité de chaleur qu'on puiſſe produire dans les fourneaux chimiques. On n'a point encore déterminé par des expériences exactes l'augmentation de volume que prend l'air en traverſant un fourneau de fuſion; en ſorte qu'on ne connoît point le rapport qu'on doit obſerver entre les ouvertures inférieures & ſupérieures d'un fourneau: on connoît encore moins la grandeur abſolue qu'il convient de donner à ces ouvertures. Les données manquent donc, & on ne peut encore arriver au but que par tâtonnement.

Ce fourneau eſt repréſenté *pl. XIII*, *fig. 6*. Je lui ai donné, d'après les principes que je viens d'expoſer, la forme d'un ſphéroïde elliptique ABCD, dont les deux bouts ſont coupés par un plan qui paſſeroit par chacun des foyers perpendiculairement au grand axe. Au moyen du renflement qui réſulte de cette figure, le fourneau peut tenir une maſſe de charbon conſidérable, & il reſte encore dans l'intervalle aſſez d'eſpace pour le paſſage du courant d'air.

Pour que rien ne s'oppoſe au libre accès de l'air extérieur, je l'ai laiſſé entièrement ouvert par-deſſous, à l'exemple de M. Macquer, qui avoit déjà pris cette même précaution pour ſon fourneau de fuſion, & je l'ai poſé ſur un trépied. La grille dont je me ſers eſt à claire-voie

& en fer méplat ; & pour que les barreaux oppoſent moins d'obſtacle au paſſage de l'air, je les ai fait poſer non ſur leur côté plat, mais ſur le côté le plus étroit, comme on le voit *figure 7*. Enfin j'ai ajouté à la partie ſupérieure A B un tuyau de 18 pieds de long en terre cuite, & dont le diamètre intérieur eſt preſque de moitié de celui du fourneau. Quoique j'obtienne déjà avec ce fourneau un feu ſupérieur à celui qu'aucun Chimiſte ſe ſoit encore procuré juſqu'ici, je le crois ſuſceptible d'être ſenſiblement augmenté par les moyens ſimples que j'ai indiqués & dont le principal conſiſte à rendre le tuyau FGAB le moins bon conducteur de chaleur qu'il ſoit poſſible.

Il me reſte à dire un mot du fourneau de coupelle ou fourneau d'eſſai. Lorſqu'on veut connoître ſi du plomb contient de l'or ou de l'argent, on le chauffe à grand feu dans de petites capſules faites avec des os calcinés, & qui, en termes d'eſſai, ſe nomment *coupelles*. Le plomb s'oxide, il devient ſuſceptible de ſe vitrifier, il s'imbibe & s'incorpore avec la coupelle. On conçoit que le plomb ne peut s'oxider qu'avec le contact de l'air ; ce ne peut donc être, ni dans un creuſet où le libre accès de l'air extérieur eſt interdit, ni même au milieu d'un fourneau à travers les charbons ardens, puiſque

l'air de l'intérieur d'un fourneau altéré par la combuſtion & réduit pour la plus grande partie à l'état de gaz azote & de gaz acide carbonique, n'eſt plus propre à la calcination & à l'oxidation des métaux. Il a donc fallu imaginer un appareil particulier où le métal fût en même tems expoſé à la grande violence du feu, & garanti du contact de l'air devenu incombuſtible par ſon paſſage à travers les charbons. Le fourneau deſtiné à remplir ce double objet, a été nommé, dans les arts, fourneau de coupelle. Il eſt communément de forme quarrée, ainſi qu'il eſt repréſenté *planche XIII, fig. 8.* Voyez auſſi ſa coupe, *fig. 10.* Comme tous les fourneaux bien conſtruits, il doit avoir un cendrier AABB, un foyer BBCC, un laboratoire CCDD, un dôme DDEE.

C'eſt dans le laboratoire qu'on place ce qu'on nomme la mouffle. C'eſt une eſpèce de petit four GH, *figures 9 & 10*, fait de terre cuite & fermé par le fond. On le poſe ſur des barres qui traverſent le fourneau, il s'ajuſte avec l'ouverture G de la porte, & on l'y lute avec de l'argile délayée avec de l'eau. C'eſt dans cette eſpèce de four que ſe placent les coupelles. On met du charbon deſſus & deſſous la mouffle par les portes du dôme & du foyer : l'air qui eſt entré par les ouvertures du cendrier, après avoir

ſervi à la combuſtion, s'échappe par l'ouverture ſupérieure EE. A l'égard de la mouffle, l'air extérieur y pénètre par la porte GG, & il y entretient la calcination métallique.

En réfléchiſſant ſur cette conſtruction, on s'apperçoit aiſément combien elle eſt vicieuſe. Elle a deux inconvéniens principaux : quand la porte GG eſt fermée, l'oxidation ſe fait lentement & difficilement à défaut d'air pour l'entretenir; lorſqu'elle eſt ouverte, le courant d'air froid qui s'introduit fait figer le métal & ſuſpend l'opération. Il ne ſeroit pas difficile de remédier à ces inconvéniens, en conſtruiſant la mouffle & le fourneau de manière qu'il y eût un courant d'air extérieur toujours renouvellé qui rasât la ſurface du métal. On feroit paſſer cet air à travers un tuyau de terre qui ſeroit entretenu rouge par le feu même du fourneau, afin que l'intérieur de la mouffle ne fût jamais refroidi; & on feroit en quelques minutes ce qui demande ſouvent un tems conſidérable.

M. Sage a été conduit par d'autres principes à de ſemblables conſéquences. Il place la coupelle qui contient le plomb allié de fin dans un fourneau ordinaire à travers les charbons; il la recouvre avec une petite mouffle de porcelaine, & quand le tout eſt ſuffiſamment chaud, il dirige ſur le métal le courant d'air d'un ſouf-

flet ordinaire à main: la coupellation de cette manière ſe fait avec une grande facilité, & à ce qu'il paroît, avec beaucoup d'exactitude.

§. III.

Des moyens d'augmenter conſidérablement l'action du feu, en ſubſtituant le gaz oxygène à l'air de l'atmoſphère.

On a obtenu avec les grands verres ardens qui ont été conſtruits juſqu'à ce jour, tels que ceux de Tchirnauſen & celui de M. de Trudaine, une intenſité de chaleur un peu plus grande que celle qui a lieu dans les fourneaux chimiques, & même dans les fours où l'on cuit la porcelaine dure. Mais ces inſtrumens ſont extrêmement chers, & ils ne vont pas même juſqu'à fondre la platine brute; en ſorte que leur avantage, relativement à l'effet qu'ils produiſent, n'eſt preſque d'aucune conſidération, & qu'il eſt plus que compenſé par la difficulte de ſe les procurer & même d'en faire uſage.

Les miroirs concaves à diamètre égal ſont un peu plus d'effet que les verres ardens; on en a la preuve par les expériences faites par MM. Macquer & Baumé, avec le miroir de M. l'Abbé Bouriot: mais comme la direction des rayons réfléchis eſt de bas en haut, il faut opérer en l'air & ſans ſuppert; ce qui rend

abſolument impoſſible le plus grand nombre des expériences chimiques.

Ces conſidérations m'avoient déterminé d'abord à eſſayer de remplir de grandes veſſies de gaz oxygène, à y adapter un tube ſuſceptible d'être fermé par un robinet, & à m'en ſervir pour animer avec ce gaz le feu des charbons allumés. L'intenſité de chaleur fut telle, même dans mes premières tentatives, que je parvins à fondre une petite quantité de platine brute avec aſſez de facilité.

C'eſt à ce premier ſuccès que je dois l'idée du gazomètre dont j'ai donné la deſcription, page 346 & ſuivantes. Je l'ai ſubſtitué aux veſſies; & comme on peut donner au gaz oxygène le degré de preſſion qu'on juge à propos, on peut non-ſeulement s'en procurer un écoulement continu, mais lui donner même un grand degré de vîteſſe.

Le ſeul appareil dont on ait beſoin pour ce genre d'expériences, conſiſte en une petite table ABCD, *pl. XII, fig.* 15, percée d'un trou en F, à travers lequel on fait paſſer un tube de cuivre ou d'argent FG, terminé en G par une très-petite ouverture qu'on peut ouvrir ou fermer par le moyen du robinet H. Ce tube ſe continue par deſſous la table en *l m n o*, & va s'adapter au gazomètre avec l'intérieur duquel il

communique. Lorſqu'on veut opérer, on commence à faire avec le tourne-vis K I un creux de quelques lignes de profondeur dans un gros charbon noir. On place dans ce creux le corps que l'on veut fondre : on allume enſuite le charbon avec un chalumeau de verre, à la flamme d'une chandelle ou d'une bougie; après quoi on l'expoſe au courant de gaz oxygène qui ſort avec rapidité par le bec ou extrémité G du tube F G.

Cette manière d'opérer ne peut être employée que pour les corps qui peuvent être mis ſans inconvénient en contact avec les charbons, tels que les métaux, les terres ſimples, &c. A l'égard des corps dont les principes ont de l'affinité avec le charbon & que cette ſubſtance décompoſe, comme les ſulfates, les phoſphates, & en général preſque tous les ſels neutres, les verres métalliques, les émaux, &c. on ſe ſert de la lampe d'émailleur, à travers de laquelle on fait paſſer un courant de gaz oxygène. Alors, au lieu de l'ajutage recourbé EG, on ſe ſert de celui coudé S T, qu'on viſſe à la place & qui dirige le courant de gaz oxygène à travers la flamme de la lampe. L'intenſité de chaleur que donne ce ſecond moyen n'eſt pas auſſi forte que celle qu'on obtient par le premier, & ce n'eſt qu'avec beau-

coup de peine qu'on parvient à fondre la platine.

Les ſupports dont on ſe ſert dans cette ſeconde manière d'opérer, ſont ou des coupelles d'os calcinés, ou de petites capſules de porcelaine, ou même des capſules ou cuillers métalliques. Pourvu que ces dernières ne ſoient pas trop petites, elles ne fondent pas, attendu que les métaux ſont bons conducteurs de chaleur, que le calorique ſe répartit en conſéquence promptement & facilement dans toute la maſſe, & n'en échauffe que médiocrement chacune des parties.

On peut voir dans les volumes de l'Académie, année 1782, page 476, & 1783, page 573, la ſuite d'expériences que j'ai faites avec cet appareil. Il en réſulte, 1°. que le criſtal de roche, c'eſt-à-dire la terre ſiliceuſe pure, eſt infuſible; mais qu'elle devient ſuſceptible de ramolliſſement & de fuſion, dès qu'elle eſt mêlangée.

2°. Que la chaux, la magnéſie & la baryte ne ſont fuſibles ni ſeules, ni combinées enſemble; mais qu'elles facilitent, ſur-tout la chaux, la fuſion de toutes les autres ſubſtances.

3°. Que l'alumine eſt complètement fuſible ſeule, & qu'il réſulte de ſa fuſion une ſubſtance vitreuſe opaque très-dure, qui raye le verre comme les pierres précieuſes.

4°. Que toutes les terres & pierres compoſées ſe fondent avec beaucoup de facilité, & forment un verre brun.

5°. Que toutes les ſubſtances ſalines, même l'alkali fixe, ſe volatiliſent en peu d'inſtans.

6°. Que l'or, l'argent, &c. & probablement la platine, ſe volatiliſent lentement à ce degré de feu, & ſe diſſipent ſans aucune circonſtance particulière.

7°. Que toutes les autres ſubſtances métalliques, à l'exception du mercure, s'oxident quoique placées ſur un charbon; qu'elles y brûlent avec une flamme plus ou moins grande & diverſement colorée, & finiſſent par ſe diſſiper entièrement.

8°. Que les oxides métalliques brûlent également tous avec flamme; ce qui ſemble établir un caractère diſtinctif de ces ſubſtances, & ce qui me porte à croire, comme Bergman l'avoit ſoupçonné, que la baryte eſt un oxide métallique, quoiqu'on ne ſoit pas encore parvenu à en obtenir le métal dans ſon état de pureté.

9°. Que parmi les pierres précieuſes, les unes, comme le rubis, ſont ſuſceptibles de ſe ramollir & de ſe fouder, ſans que leur couleur & même que leur poids ſoient altérés; que d'autres, comme l'hyacinthe dont la fixité eſt preſque

égale à celle du rubis, perdent facilement leur couleur; que la topaſe de Saxe, la topaſe & le rubis du Breſil non-ſeulement ſe décolorent promptement à ce degré de feu, mais qu'ils perdent même un cinquième de leur poids, & qu'il reſte, lorſqu'ils ont ſubi cette altération, une terre blanche ſemblable en apparence à du quartz blanc ou à du biſcuit de porcelaine; enfin que l'émérande, la cryſolite & le grenat fondent preſque-ſur-le-champ en un verre opaque & colore.

10°. Qu'a l'egard du diamant, il préſente une propriété qui lui eſt toute particulière, celle de ſe brûler à la manière des corps combuſtibles & de ſe diſſiper entièrement.

Il eſt un autre moyen dont je n'ai point encore fait uſage, pour augmenter encore davantage l'activité du feu par le moyen du gaz oxygène; c'eſt de l'employer à ſouffler un feu de forge. M. Achard en a eu la première idée; mais les procédés qu'il a employés & au moyen deſquels il croyoit déphlogiſtiquer l'air de l'atmoſphère, ne l'ont conduit à rien de ſatisfaiſant. L'appareil que je me propoſe de faire conſtruire, ſera très-ſimple: il conſiſtera dans un fourneau ou eſpèce de forge d'une terre extrêmement réfractaire; ſa figure ſera à peu près ſemblable à celle du fourneau repréſenté

planche XIII, figure 4; il ſera ſeulement moins élevé & en général conſtruit ſur de plus petites dimenſions. Il aura deux ouvertures, l'une en E à laquelle s'adaptera le bout d'un ſoufflet, & une ſeconde toute ſemblable à laquelle s'ajuſtera un tuyau qui communiquera avec le gazomètre. Je pouſſerai d'abord le feu auſſi loin qu'il ſera poſſible par le vent du ſoufflet; & quand je ſerai parvenu à ce point, je remplirai entièrement le fourneau de charbons embraſés; puis interceptant tout-à-coup le vent du ſoufflet, je donnerai par l'ouverture d'un robinet accès au gaz oxygène du gazomètre, & je le ferai arriver avec quatre ou cinq pouces de preſſion. Je puis réunir ainſi le gaz oxygène de pluſieurs gazomètres, de manière à en faire paſſer juſqu'à huit à neuf pieds cubes à travers le fourneau, & je produirai une intenſité de chaleur certainement très-ſupérieure à tout ce que nous connoiſſons. J'aurai ſoin de tenir l'ouverture ſupérieure du fourneau très-grande, afin que le calorique ait une libre iſſue, & qu'une expanſion trop rapide de ce fluide ſi éminemment élaſtique ne produiſe point une exploſion.

FIN.

TABLES

A L'USAGE

DES CHIMISTES.

TABLES

TABLES
A L'USAGE DES CHIMISTES.

N°. I.

TABLE pour convertir les onces, gros & grains en fractions décimales de livre, poids de marc.

TABLE POUR LES GRAINS.

Grains poids de marc.	*Fractions décimales de livre correſpondantes.*	*Grains poids de marc.*	*Fractions décimales de livre correſpondantes.*
	livre.		livre.
1	0,000108507	13	0,001410591
2	0,000217014	14	0,001519098
3	0,000325521	15	0,001627605
4	0,000434028	16	0,001736112
5	0,000542535	17	0,001844619
6	0,000651042	18	0,001953125
7	0,000759549	19	0,002061633
8	0,000868056	20	0 002170140
9	0,000976563	21	0,002278647
10	0,001085070	22	0,002387154
11	0,001193577	23	0,002495661
12	0,001302084	24	0,002604168

Grains poids de marc.	*Fractions décimales de livre correſpondantes.*	*Grains poids de marc.*	*Fractions décimales de livre correſpondantes.*
	livre.		livre.
25	0,002712675	51	0,005533857
26	0,002821182	52	0,005642364
27	0,002929689	53	0,005750871
28	0,003038196	54	0,005859378
29	0,003146703	55	0,005967885
30	0,003255210	56	0,006076372
31	0,003363717	57	0,006184899
32	0,003472224	58	0,006293406
33	0,003580731	59	0,006401913
34	0,003689238	60	0,006510420
35	0,003797745	61	0,006618927
36	0,003906252	62	0,006727434
37	0,004014759	63	0,006835941
38	0,004123266	64	0,006944448
39	0,004231773	65	0,007052955
40	0,004340280	66	0,007161462
41	0,004448787	67	0,007269969
42	0,004557294	68	0,007378456
43	0,004665801	69	0,007486983
44	0,004774308	70	0,007595490
45	0,004882815	71	0,00770 997
46	0,004991322	72	0,007812504
47	0,005099829	73	0,007921011
48	0,005208336	74	0,008029518
49	0,005316843	75	0,008138025
50	0,005425350	76	0,008246532

Grains poids de marc.	*Fractions décimales de livre correſpondantes.*	*Grains poids de marc.*	*Fractions décimales de livre correſpondantes.*
	livre.		livre.
77	0,008355039	89	0,009657123
78	0,008463546	90	0,009765030
79	0,008572053	91	0,009874137
80	0,008680560	92	0,009902644
81	0,008789067	93	0,010091151
82	0,008897574	94	0,010199658
83	0,009006081	95	0,010308165
84	0,009114588	96	0,010416672
85	0,009223095	97	0,010525179
86	0,009331602	98	0,010633686
87	0,009440109	99	0,010742193
88	0,009548616	100	0,010850700

POUR LES GROS.

gros.	livre.
1	0,0078125
2	0,0156250
3	0,0234375
4	0,0312500
5	0,0390625
6	0,0468750
7	0,0546875
8	0,0625000
9	0,0703125
10	0,0781250
11	0,0859375
12	0,0937500
13	0,1015625
14	0,1093750
15	0,1171875
16	0,1250000

POUR LES ONCES.

onces.	livre.
1	0,0625000
2	0,1250000
3	0,1875000
4	0,2500000
5	0,3125000
6	0,3750000
7	0,4375000
8	0,5000000
9	0,5625000
10	0,6250000
11	0,6875000
12	0,7500000
13	0,8125000
14	0,8750000
15	0,9375000
16	1,0000000

N°. II.

TABLE pour convertir les fractions décimales de livre en fractions vulgaires.

POUR LES DIXIEMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	*Fractions vulgaires de livre correspondantes.*		
livre.	onces.	gros.	grains.
0.1	1	4	57,60
0,2	3	1	43,20
0,3	4	6	28,80
0,4	6	3	14,40
0,5	8	8	0
0,6	9	4	57,60
0,7	11	1	43,20
0,8	12	6	28,80
0,9	14	3	14,40
1,	16	0	0

POUR LES MILLIEMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	*Fractions vulgaires de livre correspondantes.*		
livre.		gros.	grains.
0,001	»	»	9,22
0,002	»	»	18,43
0,003	»	»	27,65
0,004	»	»	36,86
0,005	»	»	46,08
0,006	»	»	55,30
0,007	»	»	64,51
0,008	»	1	1,73
0,009	»	1	10,94
0,010	»	1	20,16

POUR LES CENTIEMES DE LIVRE.

livre.	onces.	gros.	grains.
0,01	»	1	20,16
0,02	»	2	40,32
0,03	»	3	60,48
0,04	»	5	8,64
0,05	»	6	28,80
0,06	»	7	48,96
0,07	1	0	69,12
0,08	1	2	17,28
0,09	1	3	37,44
0,10	1	4	57,60

POUR LES DIX MILLIEMES DE LIVRE.

livre.	grains.
0,0001	0,92
0,0002	1,84
0,0003	2,76
0,0004	3,69
0,0005	4,61
0,0006	5,53
0,0007	6,45
0,0008	7,37
0,0009	8,29
0,0010	9,22

POUR LES CENT MILLIEMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre	*Fractions vulgaires de livre correſpondantes.*
livre.	grains.
0,00001	0,09
0,00002	0,18
0,00003	0,28
0,00004	0,37
0,00005	0,46
0,00006	0,55
0,00007	0,64
0,00008	0,74
0,00009	0,83
0,00010	0,92

POUR LES MILLIONIEMES DE LIVRE.

Fractions décimales de livre.	*Fractions vulgaires de livre correſpondantes.*
livre.	grains.
0,000001	0,01
0,000002	0,02
0,000003	0,03
0,000004	0,04
0,000005	0,05
0,000006	0,06
0,000007	0,07
0,000008	0,08
0,000009	0,09
0,000010	0,10

N°. III.

TABLE du nombre de Pouces cubes correſpondans à un poids déterminé d'eau.

TABLE POUR LES GRAINS.

Grains d'eau, poids de marc	*Nombre de pouces cubes correſpondans.*	*Grains d'eau, poids de marc.*	*Nombre de pouces cubes correſpondans.*
1	0,003	23	0,062
2	0,005	24	0,065
3	0,008	25	0,067
4	0,011	26	0,070
5	0,013	27	0,073
6	0,016	28	0,076
7	0,019	29	0,078
8	0,022	30	0,081
9	0,024	31	0,084
10	0,027	32	0,086
11	0,030	33	0,089
12	0,032	34	0,092
13	0,035	35	0.094
14	0,038	36	0,097
15	0,040	37	0,100
16	0,043	38	0,103
17	0,046	39	0,105
18	0,049	40	0,108
19	0,051	41	0,111
20	0,054	42	0,113
21	0,057	43	0,116
22	0,059	44	0,119

Grains d'eau, poids de marc.	*Nombre des pouces cubes correſpondans.*	*Grains d'eau, poids de marc.*	*Nombre des pouces cubes correſpondans.*
45	0,121	59	0,159
46	0,124	60	0,162
47	0,127	61	0,165
48	0,130	62	0,167
49	0,132	63	0,170
50	0,135	64	0,173
51	0,138	65	0,175
52	0,140	66	0,178
53	0,143	67	0,181
54	0,146	68	0,184
55	0,148	69	0,186
56	0,151	70	0,189
57	0,154	71	0,192
58	0,157	72	0,194

TABLE POUR LES GROS.

	pou. cub.
1	0,193
2	0,386
3	0,579
4	0,772
5	0,965
6	1,158
7	1,351
8	1,543

TABLE POUR LES ONCES.

	pou. cub.
1	1,543
2	3,086
3	4,629
4	6,172
5	7,715
6	9,258
7	10,801
8	12,344
9	13,887
10	15,430
11	16,973
12	18,516
13	20,059
14	21,602
15	23,145
16	24,687

TABLE POUR LES LIVRES.

Livres d'eau, poids de marc.	*Nombre de pouces cubes correſpondans.*	*Livres d'eau, poids de marc.*	*Nombre de pouces cubes correſpondans.*
	pou. cub.		pou. cub.
1	24,687	20	493,740
2	49,374	21	518,427
3	74,061	22	543,114
4	98,748	23	567,801
5	123,420	24	592,448
6	148,122	25	617,175
7	172,809	26	641,862
8	197,496	27	666,549
9	222,180	28	691,236
10	246,870	29	715,923
11	271,557	30	740,610
12	296,244	40	987,480
13	320,931	50	1234,200
14	345,618	60	1481,220
15	370,305	70	1728,000
16	394,992	80	1974,960
17	419,676	90	2221,800
18	444,360	100	2328,700
19	469,050		

N°. IV.

TABLE pour convertir les lignes & fractions de lignes en fractions décimales de pouce.

TABLE POUR LES FRACTIONS DE LIGNE.

Douzièmes de lignes.	*Fractions décimales de pouce correſpondantes.*
	pouces.
1	0,00694
2	0,01389
3	0,02083
4	0,02778
5	0,03472
6	0,04167
7	0,04861
8	0,05556
9	0,06250
10	0,06944
11	0,07639
12	0,08333

TABLE POUR LES LIGNES.

Lignes.	*Fractions décimales de pouce correſpondantes.*
	pouces.
1	0,08333
2	0,16667
3	0,25000
4	0,33333
5	0,41667
6	0,50000
7	0,58333
8	0,66667
9	0,75000
10	0,83333
11	0,91667
12	1,00000

N°. V.

TABLE pour convertir les hauteurs d'eau observées dans les cloches ou jarres, en hauteurs correspondantes de mercure exprimées en fractions décimales de pouce.

Hauteur de l'eau exprimée en lignes.	*Hauteur correspondante du mercure exprimée en fractions décimales de pouce.*	*Hauteurs de l'eau exprimée en lignes.*		*Hauteur correspondante du mercure exprimée en fractions décimales de pouce.*
lignes.	pouces.	pou.	lig.	pouces.
1	0,00614		20	0,12284
2	0,01228		21	0,12898
3	0,01843		22	0,13512
4	0,02457		23	0,14126
5	0,03071	2		0,14741
6	0,03685	3		0,22111
7	0,04299	4		0,29481
8	0,04914	5		0,36852
9	0,05528	6		0,44222
10	0,06142	7		0,51593
11	0,06756	8		0,58963
12	0,07370	9		0,66333
13	0,07985	10		0,73704
14	0,08599	11		0,81074
15	0,09213	12		0,88444
16	0,09827	13		0,95815
17	0,10441	14		1,03185
18	0,11055	15		1,10556
19	0,11670	16		1,17926

N°. VI.

TABLE des quantités de pouces cubiques françois correſpondans à une once, meſure de M. Prieſtley.

Onces, meſure de M. Prieſtley.	*Pouces cubiques françois correſpondans.*	*Onces, meſure de M. Prieſtley.*	*Pouces cubiques françois correſpondans.*
	pou. cub.		
1	1,567	20	31,340
2	3,134	30	47,010
3	4,701	40	62,680
4	6,268	50	78,350
5	7,835	60	94,020
6	9,402	70	109,690
7	10,969	80	125,360
8	12,536	90	141,030
9	14,103	100	156,700
10	15,670	200	313,400
11	17,237	300	470,100
12	18,804	400	626,800
13	20,371	500	783,500
14	21,938	600	940,200
15	23,505	700	1096,900
16	25,072	800	1253,600
17	26,639	900	1410,300
18	28,206	1000	1567,000
19	29,773		

N°. VII.

TABLE des peſanteurs des différens gaz à 28 pouces de preſſion & à 10 degrés du thermomètre.

Noms des airs ou gaz.	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*	*OBSERVATIONS.*
	grains.	on. gro. gra.	
Air atmoſphérique....	0,46005	1..3.. 3,00	D'après mes expér.
Gaz azote.....	0.44444	1..2..48,00	D'après mes expér.
Gaz oxigène.....	0,50691	1..4..12,00	D'après mes expér.
Gaz hydrogène.....	0,03535	»..»..61,15	D'après mes expér.
Gaz acide carbonique.	0,68985	2..»..40,00	D'après mes expér.
Gaz nitreux.....	0,54690	1..5.. 9,04	D'après M. Kirwan.
Gaz ammoniaque....	0,27488	»..6..43,00	D'après M. Kirwan.
Gaz acide ſulfureux...	1,03820	3..»..66,00	D'après M. Kirwan.

N°. VIII.

TABLE des Pesanteurs spécifiques des substances minérales, extraite de l'ouvrage de M. BRISSON.

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des substances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			onc. g. gra.	livres. on. g. gr.
Or.....	Or à 24 karats, fondu & non forgé.	192581	12.3.62	1348. 1.0.41
	Le même fondu & forgé.	193617	12.4.28	1355. 5.0.60
	Or au titre de Paris, ou à 22 karats, fondu & non forgé.	174863	11.2.48	1224. 0.5.18
	Le même fondu & forgé.	175894	11.3.15	1231. 4.1. 2
	Or au titre de la monoie de France, ou à 21 $\frac{23}{24}$ karats, fondu & non forgé.	174022	11.2.17	1218. 2.3.51
	Le même monoyé.	176474	11.3.36	1235. 5.0.51
	Or au titre des bijoux, ou à 20 karats, fondu & non forgé.	157090	10.1.33	1099.10.0.46
	Le même, fondu & forgé.	157746	10.1.57	1104. 3.4.30
Argent...	Argent à 12 deniers fondu & non forgé.	104743	6.6.22	733. 3.1.52
	Le même fondu & forgé.	105107	6.6.36	735.11.7.43

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des ſubſtances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			onc. g. gr.	livres. on. g. gr.
Argent...	Argent au titre de Paris, ou à 11 deniers 10 grains, fondu & non forgé.	101752	6.4.55	712. 4.1.57
	Le même, fondu & forgé.	103765	6.5.58	726. 5.5.32
	Argent au titre de la monoie de France, ou à 10 deniers 21 grains, fondu & non forgé.	100476	6.4. 7	703. 5.2.36
	Le même monoyé.	104077	6.5.70	728. 8.4.71
Platine...	Platine brut en grenailles.	156017	10.0.65	1092. 1.7.17
	Le même décapé, par l'acide muriatique.	167521	10.6.62	1172.10.2.59
	Platine purifié fondu.	195000	12.5. 8	1365. 0.0. 0
	Platine purifié forgé.	203366	13.1.32	1423. 8.7.67
	Platine purifié, paſſé par la filiere.	210417	13.5. 8	1472.14.5.46
	Platine purifié paſſé au laminoir.	220690	14.2.31	1544.13.2.17
Cuivre...	Cuivre rouge fondu & non forgé.	77880	5.0.28	545. 2.4.35
	Le même fondu & paſſé à la filiere.	88785	5.6. 3	621. 7.7.26
	Cuivre jaune fondu & non forgé.	83958	5.3.38	587.11.2.26
	Le même fondu & paſſé à la filiere.	85441	5.4.22	598. 1.3.10

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des ſubſtances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			onc. g. gr.	livres. on. g. gr.
Fer.....	Fer fondu.	72070	4.5.27	504. 7.6.52
	Fer forgé en barre, écroui ou non écroui.	77880	5.0.28	545. 2.4.35
	Acier ni trempé, ni écroui.	78331	5.0.44	548. 5.0.41
	Le même écroui & non trempé.	78404	5.0.47	548.13.1.71
	Le même écroui & enſuite trempé.	78180	5.0.39	547. 4.1.20
	Le même trempé & non écroui.	78163	5.0.38	547. 2.2. 3
Etain....	Etain pur de Cornouailles, fondu & non écroui.	72914	4.5.58	510. 6.2.68
	Le même fondu & écroui.	72994	4.5.61	510.15.2.45
	Etain de Mélac, fondu & non écroui.	72963	4.5.60	510.11.6.61
	Le même fondu & écroui.	73065	4.5.64	511. 7.2.17
Plomb...	Plomb fondu.	113523	7.2.62	794.10.4.44
Zinc....	Zinc fondu.	71908	4.5.21	503. 5.5.41
Biſmuth..	Biſmuth fondu.	98227	6.2.67	687. 9.3.28
Cobalt...	Cobalt fondu.	78119	5.0.36	546.13.2.45
Antim....	Antimoine fondu.	67021	4.2.54	469. 2.2.59
	Antimoine crud.	40643	2.5. 5	284. 8.0. 9
	Verre d'antimoine.	49464	3.1.47	346. 3.7.64

SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

Noms des ſubſtances métalliques.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			onc. g. gr.	livres. on. g. gr.
Arſenic. .	Arſenic fondu.	57533	3.5.64	403. 6.7.12
Nickel...	Nickel fondu.	78070	5.0.35	545. 7.6.52
Molybd..	.....	47385	3.0.41	331.11.1.69
Tungſtèn.	.....	60665	3.7.33	424.10.3.60
Mercure..	.....	135681	8.6.25	949.12.2.13

PIERRES PRÉCIEUSES.

Noms des pierres précieuſes.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres on. g. gr.
Diamant.	Diamant Oriental blanc.	35212	2.2.19	246. 7.5.69
	Diamant Oriental couleur de roſe.	35310	2.2.22	247. 2.5.55
Rubis....	Rubis Oriental.	42833	2.6.15	299.13.2.26
	Rubis Spinelle.	37600	2.3.36	263. 3.1.43
	Rubis Balai.	36458	2.2.65	255. 3.2.26
	Rubis du Bréſil.	35311	2.2.22	247. 2.6.47
Topaze..	Topaze Orientale.	40106	2.4.57	280.11.6.70
	Topaze - piſtache Orientale.	40615	2.5. 4	284. 4.7. 3
	Topaze du Bréſil.	35365	2.2.24	247. 8.7. 3

PIERRES PRÉCIEUSES.

Noms des pierres précieuſes.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Topaze..	Topaze de Saxe.	35640	2.2.35	249. 7.5.32
	Topaze blanche de Saxe.	35535	2.2.31	248.11.7.26
Saphir.. .	Saphir Oriental.	39941	2.4.51	279. 9.3.10
	Saphir Oriental blanc.	39911	2.4.50	279. 6.0.18
	Saphir du Puy.	40769	2.5.10	285. 6.1. 2
	Saphir du Bréſil.	31307	2.0.17	219. 2.3. 5
Giraſol..	.....	40000	2.4.53	280. 0.0. 0
Jargon...	Jargon de Ceylan.	44161	2.6.65	309. 2.0.18
Hyacinth.	Hyacinthe commune.	36873	2.3. 9	258. 1.5.22
Vermeill.	.....	42299	2.5.67	296. 1.3.65
Grenat..	Grenat de Bohême.	41888	2.5.52	293. 3.3.47
	Grenat en criſtal dodécaèdre.	40627	2.5. 5	284. 6.1.57
	Grenat en criſtal à 24 faces, volcaniſé.	24684	1.4.58	172.12.4.62
	Grenat Syrien.	40000	2.4.53	280. 0.0. 0
Emeraude	Emeraude du Pérou.	27755	1.6.28	194. 4.4.35
Chryſolite.	Chryſolite des Joailliers.	27821	1.6.31	194.11.7.44
	Chryſolite du Bréſil.	26923	1.5.69	188. 7.3. 1
Aigue-marine.	Aigue marine Orientale ou Béril.	35489	2.2.29	248. 6.6.10
	Aigue-marine Occidentale.	27227	1.6. 8	190. 9.3.28

PIERRES SILICEUSES.

Noms des pierres ſiliceuſes.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Criſtal de Roche.	Criſtal de Roche limpide de Madagaſcar.	26530	1.5.54	185.11.2.64
	Criſtal de Roche du Bréſil.	26526	1.5.54	185.10.7.21
	Criſtal de Roche gélatineux ou d'Europe.	26548	1.5.55	185.13.3. 1
Quartz. .	Quartz criſtalliſé.	26546	1.5.55	185.13.1.16
	Quartz en maſſe.	26471	1.5.52	185. 4.6. 1
Grès. ...	Grès des Paveurs.	24158	1.4.38	169. 1.5.41
	Grès des Rémouleurs.	21429	1.3. 8	150. 0.0.28
	Grès des Couteliers.	21113	1.2.68	147.12.5.18
	Grès luiſant de Fontainebleau.	25616	1.5.20	179. 4.7.67
	Pierre à faux à grain moyen d'Auvergne.	25638	1.5.21	179. 7.3.47
	Pierre à faux de Lorraine.	25298	1.5. 8	177. 1.3. 1
Agathe. .	Agathe Orientale.	25901	1.5.31	181. 4.7.21
	Agathe Onix.	26375	1.5.49	184.10.0. 0
Calcédoi.	Calcédoine limpide.	26640	1.5.59	186. 7.5.32
Cornaline	.....	26137	1.5.40	182.15.2.54
Sardoine.	Sardoine pure.	26025	1.5.36	182. 2.6.39
Praſe....	.....	25805	1.5.27	180.10.1.20
Pierre à fuſil.	Pierre à fuſil blonde.	25941	1.5.32	181. 9.3.10
	Pierre à fuſil noirâtre.	25817	1.5.28	180.11.4. 2

PIERRES SILICEUSES.

Noms les pierres ſiliceuſes.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr
Caillou. .	Caillou Onix.	26644	1.5.59	186. 8.1. 2
	Caillou de Rennes.	26538	1.5.55	185.12.2. 3
Pierre meuliere.	.....	24835	1.4.63	173.13.4.12
Jade. . . .	Jade blanc.	29502	1.7.21	206. 8.1.57
	Jade verd.	29660	1.7.27	207. 9.7.26
Jaſpe. . . .	Jaſpe rouge.	26612	1.5.58	186. 4.4.25
	Jaſpe brun.	26911	1.5.69	188. 6.0.18
	Jaſpe jaune.	27101	1.6. 4	189.11.2.36
	Jaſpe violet.	27111	1.6. 4	189.12.3.33
	Jaſpe gris.	27640	1.6.24	193. 7.5.32
	Jaſpe Onix ou rubanné.	28160	1.6.43	197. 1.7.16
Schorl. . .	Schorl noir, priſmatique hexaèdre.	33636	2.1.32	235. 7.1.62
	Schorl noir ſpathique.	33852	2.1.40	236.15.3.28
	Schorl noir en maſſe. dit Baſalte noir antique.	29225	1.7.11	204. 9.1.43

PIERRES ARGILEUSES OU ALUMINEUSES.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Serpentine	Serpentine opaque verte d'Italie, dite Gabro des Florentins.	24295	1.4.43	170. 1.0.23

PIERRES ARGILEUSES OU ALUMINEUSES.

Noms des pierres.	*Variétés.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Stéatite.	Craie de Briançon groſſiere.	27274	1.6.10	190.14.5.56
	Craie d'Eſpagne.	27902	1.6.34	195. 5.0.14
	Pierre ollaire feuilletée du Dauphiné.	27687	1.6.26	193.12.7.40
	Pierre ollaire feuilletée de Suéde.	28531	1.6.57	199.11.3.56
Talc.	Talc de Moſcovie.	27917	1.6.34	195. 6.5.46
	Mica noir.	29004	1.7. 3	203. 0.3.42
Schiſte.	Schiſte commun.	26718	1.5.61	187. 0.3.24
	Ardoiſe neuve.	28535	1.6.57	199.11.7.26
	Pierre à raſoir blanche.	28763	1.6.66	201. 5.3.47
	Pierre à raſoir noire & blanche.	31311	2.0.17	219. 2.6.47

PIERRES CALCAIRES.

Spath calcaire.	Spath calcaire rhomboïdal dit Criſtal d'Iſlande.	27151	1.6. 6	190. 0.7.21
	Spath calcaire pyramidal, dit Dent de cochon.	27141	1.6. 5	189.15.6.24
Albâtre.	Albâtre Oriental blanc antique.	27302	1.6.11	191. 2.6.42
Marbre.	Marbre campan vert.	27417	1.6.16	191.14.5.46
	Marbre campan rouge.	27242	1.6. 9	190.11.0.60
	Marbre blanc de Carate.	27168	1.6. 6	190. 2.6.38

PIERRES CALCAIRES.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Pesanteur spécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr
Marbre.	Marbre blanc de Paros.	28376	1.6.51	198.10.0.65
Pierres calcaires à bâtir.	Pierre de S. Leu, de la carriere de S. Leu.	16593	1.0.43	116. 2.3.24
	Pierre de S. Leu, de la carriere de Notre Dame.	18094	1.1.28	126.10.4.16
	Pierre de Vergelet, du plus gros grain.	16542	1.0.42	115.12.5.46
	Pierre d'Arcueil.	20605	1.2.49	144. 3.6. 6
	Pierre de Liais du fond de Bagneux, de la carriere de Mad. Ricateau.	20778	1.2.56	145. 7.1. 6
	Pierre de Liais du fond de Bagneux, de la carriere de M. Ory.	23902	1.4.28	167. 5.0.14
	Pierre des carrieres de Bouré.	13864	0.7.14	97. 1.6.10
	Pierre de Passy près Tonnerre.	23340	1.4. 7	163. 6.0.46
	SPATHS.			
Spath pesant, ou Sulfate de baryte.	Spath pesant blanc.	44300	2.6.70	310. 1.4.58
Spath fluor, ou Fluate de chaux.	Spath fluor blanc.	31555	2.0.26	220.14.1.20
	Spath fluor rouge.	31911	2.0.39	223. 6.0.18
	Spath fluor vert.	31817	2.0.36	222.11.2.17
	Spath fluor bleu.	31688	2.0.31	221.13.0.32
	Spath fluor violet.	31757	2.0.34	222. 4.6.20

ZÉOLITE.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Zéolite.	Zéolite étincelante rouge d'Œdelfors.	24868	1.4.64	174. 1.1.52
	Zéolite étincelante blanche.	20739	1.2.54	145. 2.6.10
	Zéolite criſtalliſée.	20833	1.2.58	145.13.2.26
PEISCHTEIN OU PIERRE DE POIX.				
Pierres de poix.	Pierre de poix noire.	20499	1.2.45	143. 7.7. 7
	Pierre de poix jaune	20860	1.2.59	146. 0.2.40
	Pierre de poix rouge.	26695	1.5.61	186.13.6.52
	Pierre de poix noirâtre.	23191	1.4. 2	162. 5.3.10
PIERRES MÉLANGÉES.				
Porphire.	Porphire rouge.	27651	1.6.24	193. 8.7.21
	Porphire rouge du Dauphiné.	27933	1.6.35	195. 8.3.70
Serpentin.	Serpentin vert.	28960	1.7. 1	202.11.4.12
	Serpentin noir dit variolite du Dauphiné.	29339	1.7.15	205. 5.7.54
	Serpentin vert du Dauphiné.	29883	1.7.36	209. 2.7.12
Ophite.	.....	29722	1.7.30	208. 0.6.66
Granitelle	.....	30626	1.7.63	214. 6.0.65
Granit.	Granit rouge d'Egyp.	26541	1.5.55	185.12.4.53
	Granit d'un beau rouge.	27609	1.6.23	193. 4.1.48
	Granit de la Vallée de Girardmas dans les Voſges.	27163	1.6. 6	190. 2.2. 3

PIERRES DE VOLCANS.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g gr.	livres. on. g. gr.
Pierres de volcans	Pierre-ponce.	9145	».4.53	64. 0.1.66
	Lave pleine de Volcans, dite *Pierre obſidienne.*	23480	1.4.13	164. 5.6. 6
	Pierre de Volvic.	23205	1.4. 2	162. 6.7.49
	Baſalte de la chauſſée des Géans.	28642	1.6.61	200. 7.7.17
	Baſalte priſmatique d'Auvergne.	24215	1.4.40	169. 8.0.46
	Baſalte, dit *pierre de touche.*	24153	1.4.38	169. 1.1. 6

VITRIFICATIONS ARTIFICIELLES.

Verres...	Laitier des forges.	28548	1.6.58	199.13.3. 1
	Verre des bouteilles.	27325	1.6.12	191. 4.3.14
	Verre vert ou commun des vitres.	26423	1.5.50	184.15.3. 1
	Verre blanc ou criſtal de France.	28922	1.7. 0	202. 7.2. 8
	Criſtal des glaces de S. Gobin.	24882	1.4.65	174. 2.6.20
	Criſtal d'Angleterre, dit *Flint-glaſſ.*	33293	2.1.19	233. 0.6.38
	Verre de borax.	26070	1.5.37	182. 7.6.52
Porcelaines.	Porcelaine dure du Roi, ou de Sèves.	21457	1.3. 9	150. 3.1.34
	Porcelaine de Limoges.	23410	1.4.10	163.13.7.26
	Porcelaine de la Chine.	23847	1.4.26	166.14.6.66

MATIÈRES INFLAMMABLES.

Noms des pierres.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Soufre...	Soufre natif.	20332	1.2.39	142. 5.1.34
	Soufre fondu.	19907	1.2.23	139. 5.3.56
Bitumes..	Charbon de terre compacte.	13292	0.6.64	93. 0.5.46
	Ambre gris.	9263	0.4.58	64.13.3.47
	Ambre jaune ou Succin tranſparent.	10780	0.5.42	75. 7.2.63

TABLE des Peſanteurs ſpécifiques des Fluides.

EAUX.

ESPECES.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			on. g. grai.	liv. on. g. gr.
Eaux....	Eau diſtillée.	10000	0.5.13 $\frac{1}{3}$	70. 0.0. 0
	Eau de pluie.	10000	0.5.13 $\frac{1}{3}$	70. 0.0. 0
	Eau de la Seine filtrée.	10001,5	0.5.13,4	70. 0.1.25
	Eau d'Arcueil.	10004,6	0.5.13,5	70. 0.4. 9
	Eau de Ville-d'Avray.	10004,3	0.5.13,5	70. 0.3.61
	Eau de mer.	10263	0.5.23	71.13.3.47
	Eau du lac Aſphaltite, ou de la Mer morte.	12403	0.6.31	86.13.1. 6
	LIQUEURS SPIRITUEUSES.			
Vins....	Vin de Bourgogne.	9915	0.5.10	69. 6.3.60
	Vin de Bordeaux.	9939	0.5.11	69. 9.1.25
	Vin de Malvoiſie de Madère.	10382	0.5.28	72.10.6.20
	Bierre rouge.	10338	0.5.26	72. 5.6.61
	Bierre blanche.	10231	0.5.22	71. 9.6.70
	Cidre.	10181	0.5.20	71. 4.2.13
Eſprit-de-vin, ou alkool.	Alkool du commerce.	8371	0.4.25	58. 9.3.30
	Alkool très-rectifié.	8293	0.4.22	58. 0.6.38
	Alkool mêlé d'eau.			
	Alkool. *Eau.* parties. parties			
	15..... 1...	8527	0.4.30	59.11.0.14
	14..... 2...	8674	0.4.36	60.11.4. 3
	13..... 3...	8815	0.4.41	61.11.2.17
	12..... 4...	8947	0.4.46	62.10.0.37
	11..... 5...	9075	0.4.51	63. 8.3.14
	10..... 6...	9199	0.4.55	64. 6.2.22
	9..... 7...	9317	0.4.60	65. 3.4. 2

LIQUEURS SPIRITUEUSES.

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
	Alkool mêlé d'eau.			
	Alkool. *Eau.*			
	parties. parties.		on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Eſprit-de-vin, ou alkool.	8..... 8...	9427	0..4.64	65.15.6.43
	7..... 9...	9519	0..4.67	66.10.1. 2
	6.....10...	9598	0..4.70	67. 2.7.58
	5.....11...	9674	0..5. 1	67.11.3.66
	4.....12...	9733	0..5. 3	68. 2.0.55
	3.....13...	9791	0..5. 6	68. 8.4.53
	2.....14...	9852	0..5. 8	68.15.3.28
	1.....15...	9919	0..5.10	69. 6.7.31
Ethers...	Ether ſulfurique.	7396	0..3.60	51.12.2.59
	Ether nitrique.	9088	0..4.51	63. 9.6 61
	Ether muriatique.	7296	0..3.56	51. 1.1.16
	Ether acétique.	8664	0..4.35	60.10.2.68

LIQUEURS ACIDES.

Acides minéraux.	Acide ſulfurique.	18409	1..1.39	128.13.6.33
	Acide nitrique.	12715	»..6.43	89. 0.0.46
	Acide muriatique.	11940	»..6.14	83. 9.2.17
Acides végétaux	Acide acéteux rouge.	19251	0..5.23	71.12.0.65
	Acide acéteux blanc.	10135	0..5.18	70.15.0.69
	Acide acéteux diſtillé.	10095	0..5.17	70.10.5. 9
	Acide acétique.	10626	0..5.37	74. 6.0.65
Acides animaux.	Acide formique.	9942	0..5.11	69. 9.4. 2

ALKALI VOLATIL OU AMMONIAQUE.

Ammoniaque.	Ammoniaque en liqueur.	8970	0..4.47	62.12.5. 9

LIQUEURS HUILEUSES.

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. g. gr.	liv. on. g. gr.
Huiles volatiles, ou eſſentielles.	Huile eſſentielle de térébenthine.	8697	0..4.37	60.14.0.37
	Térébenthine liquide.	9910	0..5.10	69. 5.7.26
	Huile eſſentielle de Lavande.	8938	0..4.46	62. 9.0.32
	Huile eſſentielle de Gérofle.	10363	0..5.27	72. 8.5.18
	Huile eſſentielle de Canelle.	10439	0..5.30	73. 1.1.25
Huiles fixes, ou graſſes.	Huile d'olives.	9153	0..4.54	64. 1.1. 6
	Huile d'amande douce.	9170	0..4.54	64. 3.0.23
	Huile de lin.	9403	0..4.63	65.13.1. 6
	Huile de pavot.	9288	0..4.57	64.10.5.18
	Huile de faîne.	9176	0..4.55	64. 3.5.50
	Huile de baleine.	9233	0..4.57	64.10.0.55

LIQUEURS ANIMALES.

Liqueurs animales.	Lait de femme.	10203	0..5.21	71. 6.5.64
	Lait de jument.	10346	0..5.26	72. 6.6. 1
	Lait d'âneſſe.	10355	0..5.27	72. 7.6. 6
	Lait de chèvre.	10341	0..5.26	72. 6.1.39
	Lait de brebis.	10409	0..5.29	72.13.6.33
	Lait de vache.	10324	0..5.25	72. 4.2.22
	Petit-lait de vache clarifié.	10193	0..5.20	71. 5.4.67
	Urine humaine.	10106	0..5.17	70. 1.6.70

TABLE des Peſanteurs ſpécifiques de quelques ſubſtances végétales & animales.

ESPECES.	*VARIÉTÉS.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			onc. g. gr.	livres. on. g. gr.
Réſine. . .	Réſines jaune ou blanche du pin.	10727	5.40	75. 1.3.28
	Arcançon.	10857	5.45	75.15.7.63
	Galipot.	10819	5.54	75.11.5.59
	Baras.	10441	5.30	73. 1.3.10
	Sandaraque.	10920	5.48	76. 7.0 23
	Maſtic.	10742	5.41	75. 3.0.60
	Storax.	11098	5.54	77.10.7.58
	Réſine ou gomme copale opaque.	11398	5.28	72.12.4.44
	Gomme copale tranſparente.	10452	5.30	73. 2.4.71
	Gomme copale de Madagaſcar.	10600	5.36	74. 3.1.43
	Gomme copale de la Chine.	10628	5.37	74. 6.2.50
	Réſine ou Gomme Elémi.	10182	5.20	71. 4.3. 5
	Réſine ou gomme animée d'Orient.	10284	5.24	71.15.6.33
	Réſine ou gomme animée d'Occident.	10426	5.29	72.15.5.50
	Labdanum.	11862	6.11	83. 0.4.25
	Labdanum *in tortis.*	24933	1.4.67	174. 8.3.70
	Réſine ou gomme de gayac.	12289	6.27	86. 0.2.68
	Réſine de jalap.	12185	6.23	85. 4.5.55
	Sang-dragon.	12045	6.18	84. 5.0.23
	Réſine ou gomme-laque.	11390	5.65	79.11.5.32
	Réſine tacamaque.	10463	5.31	73. 3.6.61
	Benjoin.	10924	5.48	76. 7.3.65
	Réſine ou gomme alouchi.	10604	5.36	74. 3.5.13

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			onc. g. gra.	livres. on. g. gr
Réſines.	Réſine ou gomme caragne.	11244	5.60	78.11.2.45
	Réſine ou gomme élaſtique.	9335	4.61	65. 5.4.12
	Camphre.	9887	5. 9	69. 3.2.54
Gommes-réſines.	Gomme ammoniaque	12071	6.19	84. 7.7.44
	Gomme ſéraphique.	12008	6.16	84. 0.7.12
	Gomme de lierre, ou hédérée.	12948	6.51	90.10.1.29
	Gomme gutte.	12216	6.24	85. 8.1.39
	Euphorbe.	11244	5.60	78.11.2.45
	Oliban ou encens.	11732	6. 6	82. 1.7.63
	Mirrhe.	13600	7. 4	95. 3.1.43
	Bdelium.	13717	5.65	79.10.1.57
	Scammonée d'Alep.	12354	6.29	86. 7.5.13
	Scammonée de Smyrne.	12743	6.44	89. 3.1.52
	Galbanum.	12120	6.20	84.13.3.37
	Aſſa fœtida.	13275	6.64	92.14.6.29
	Sarcocolle.	12684	6.42	88.12.4.62
	Opopanax.	16226	1.0.30	113. 9.2.36
Gommes.	Gomme commune, ou de Païs.	14817	0.7.49	103.11.4. 2
	Gomme arabique.	14523	7.38	101.10.4.44
	Gomme adraganthe.	13161	6.59	92. 2.0.18
	Gomme de Baſſora.	14346	7.32	100. 6.6. 1
	Gomme d'Acajou.	14456	7.36	101. 3.0.41
	Gomme monbain.	14206	7.26	99. 7.0.41
Sucs épaiſſis.	Suc de réglisſe.	17228	1.0.67	120. 9.4.21
	Suc d'acacia.	15153	7.62	106. 1.1. 6
	Suc d'arec.	14573	7.40	102. 0.1.29
	Cachou.	13980	7.18	97.13.6. 6
	Aloès hépatique.	13586	7. 3	95. 1.5. 4
	Aloès ſocotrin.	13795	7.11	96. 9.0.23

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Sucs épaiſſis.	Hypociſtle.	15263	7.66	106.13.3.47
	Opium.	13366	6.67	93. 8.7. 3
Fécules..	Indigo.	7690	0.3.71	53 13.2.17
	Roucou.	5956	0.3. 6	41.11.0.41
Cires & graiſſes.	Cire jaune.	9648	5. 0	67. 8.4.44
	Cire blanche.	9686	5. 2	67.12.6.47
	Cire d'ouarouchi.	8970	4.47	62.12.5. 9
	Beurre de cacao.	8916	4.45	62. 6.4.53
	Blanc de baleine.	9433	4.64	66. 0.3.70
	Graiſſe de bœuf.	9232	4.57	64. 9.7.63
	Graiſſe de veau.	9341	4.61	65. 6.1.39
	Graiſſe de mouton.	9235	4.57	64.10 2.40
	Suif.	9419	4.64	65.14.7.31
	Graiſſe de cochon.	9568	4 62	65. 9.1.52
	Lard.	9478	4.66	66. 5.4.21
	Beurre.	9423	4.64	65.15.3. 1
Bois.....	Chêne de 60 ans : le cœur.	11790	6. 5	81.14.3.14
	Liege.	2400	1.18	16.12.6.29
	Orme : le tronc.	6710	3.35	46.15.4.12
	Freſne : le tronc.	8450	4.27	59. 2.3.14
	Hêtre.	8520	4.30	59.10.1.66
	Aune.	8000	4.11	56. 0.0. 0
	Erable.	7550	3.66	52.13.4.58
	Noyer de France.	6710	3.35	46.15.4.12
	Saule.	5850	3. 2	40.15.1.43
	Tilleul.	6040	3. 9	42. 4.3.60
	Sapin mâle.	5500	2.61	38. 8.0. 0
	Sapin femelle.	4980	2.42	34.13.6. 6
	Peuplier.	3830	1.71	26.12.7.49
	Peuplier blanc d'Eſpagne.	5294	2.54	37. 0.7.31
	Pommier.	7930	4. 8	55. 8.1.20
	Poirier.	6610	3.31	46. 4.2.40

Especes.	*Variétés.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			g. gr.	livres. on. g. gr.
Bois.....	Coignaſſier.	7050	3.47	49. 5.4.58
	Neſflier.	9440	4.64	66. 1.2.17
	Prunier.	7850	4. 5	54.15.1.43
	Olivier.	9270	4.58	64.14.1.66
	Ceriſier.	7150	3.51	50. 0 6.29
	Coudrier ou noiſetier.	6000	3. 8	42. 0.0. 0
	Buis de France.	9120	4.52	63.13.3.37
	Buis de Hollande.	13280	6.64	92.15.2.63
	If de Hollande.	7880	4. 6	55. 2.4.35
	If d'Eſpagne.	8070	4.13	56. 7.6.52
	Cyprès d'Eſpagne.	6440	3.24	45. 1.2.17
	Thuya.	5608	2.65	39. 4.0.55
	Grenadier.	13540	7. 1	94.12.3.60
	Mûrier d'Eſpagne.	8970	4.47	62.12.5. 9
	Gayac.	13330	6.66	93. 4.7.49
	Oranger.	7050	3.47	49. 5.4.58

TABLE
DES MATIERES.

A

ACIDES. Ils réſultent en général d'un premier ordre de combinaiſons formées par la réunion de deux principes ſimples, 163.-Savoir, d'un radical particulier & d'un principe acidifiant commun à tous, l'oxigène, 69. - C'eſt, en général, le réſultat de la combuſtion ou de l'oxigénation d'un corps, 70. - Leurs dénominations générales ſe tirent de celle de leur baſe acidifiable, 72. - Difficultés de les nommer lorſque les baſes ſont inconnues, 71 & 73. Leurs noms ſe terminent en *eux* lorſqu'ils contiennent peu d'oxigène, 72. Ils ſe terminent en *ique*, lorſqu'ils ſont plus chargés de ce principe, *ibid.* - Ils peuvent être regardes comme de véritables principes ſalifians. 163 - Leurs combinaiſons avec les baſes ſalifiables, 189. - Leur nombre s'eſt beaucoup accru depuis les nouvelles découvertes chimiques, 209. Chaque acide nouveau enrichit la Chimie de 24 ou de 48 ſels, 183.

ACIDE acéteux, vulgairement appelé vinaigre, 159. - Son radical eſt compoſé d'une proportion encore indéterminée d'hydrogène & de carbone, 159 & 160. - Il eſt le réſultat de l'oxigénation du vin, *ibid.* - Il abſorbe l'oxigène de l'air en ſe formant, *ibid.* - Tableau de ſes combinaiſons, 160.

—Acétique. Tableau de ſes combinaiſons, 198.-Appelé autrefois vinaigre radical. Dernier degré d'oxygénation, que puiſſe prendre le radical hydro-carboneux.-Il n'eſt pas encore démontré qu'il ſoit plus oxigéné que l'acide acéteux; il pourroit en différer par la différence de proportion des principes du radical.-Moyens de l'obtenir, 199.

—Animaux. On n'en connoit encore que ſix, 131. - Il paroît qu'ils ſe rapprochent beaucoup les uns des autres, 131.

131. - Il entre ordinairement dans leur compoſition 4 baſes acidifiables, 125.
Acide arſenique. Tableau de ſes combinaiſons, 269.-Enlève l'oxigène à l'acide nitrique, devient un véritable acide, ſoluble dans l'eau. - Se combine avec la potaſſe & avec un grand nombre de baſes ſalifiables, 269, 270 & 271. - Pluſieurs moyens de l'obtenir, 269, 270.
—Benzoique. Tableau de ſes combinaiſons, 302. - On l'obtient par ſublimation & par la voie humide. - Procédé pour l'obtenir. - On le recueille ſous forme concrète, 303.
—Bombique. Tableau de ſes combinaiſons, 314. - Se tire de la chryſalide du ver à ſoie. - Moyen de l'obtenir. Ses propriétés & ſes affinités ne ſont pas bien déterminées. - Son radical paroît être compoſé de carbone, d'hydrogène & peut-être de phoſphore, 313.
—Boracique. Combinaiſon du radical boracique avec l'oxigène, 229. - Tableau de ſes combinaiſons, 264. - Se tire du borax. - Sel ſédatif des anciens, 265. - Moyens de l'obtenir du borax, 266. Ses propriétés, ſes affinités différentes ſelon qu'on opère par voie ſeche ou par voie humide. - Son radical eſt inconnu. - Ce n'eſt que par analogie qu'on croit que l'oxigène fait partie de ſa compoſition, 267.
—Camphorique. Tableau de ſes combinaiſons, 304. Moyens de l'obtenir. - Il eſt très-analogue à l'acide oxalique. - Il peut être regardé comme un mélange d'acide oxalique & d'acide malique, 305.
—Carbonique. Très-abondamment répandu dans la nature. - Tout formé dans les craies, les marbres, neutraliſé par la chaux. Moyens de l'obtenir. - Il s'unit à l'eau à-peu-près à volume égal. - Le carbone eſt ſon radical. - On peut le former artificiellement en oxigénant le carbone, 251. - Sa formation dans la combuſtion des végétaux, 166. - Il emporte avec lui une portion de calorique qui le conſtitue dans l'état de gaz, *ibid.* Il eſt un des produits de la fermentation vineuſe, 139. - On le convertit en un acide végétal en lui combinant de l'hydrogène, 160. - Sa décompoſition ſeroit bien importante pour les arts. - On peut y parvenir par les affinités doubles, 252; - Tableau de ſes combinaiſons, 251.
—Citrique. Tableau de ſes combinaiſons, 284. - On le tire du jus de citron; on le trouve dans beaucoup

d'autres fruits. - Moyens de l'obtenir par, 285.

Acide Fluorique. Combinaiſon du radical fluorique avec l'oxigene, 229. - Tableau de ſes combinaiſons, 261. Il eſt tout formé dans le ſpath fluor, ſpath phoſphorique. - Moyens de le dégager de ſes baſes. - Il eſt naturellement ſous forme de gaz. - Diſſout le verre. On pourroit tenter de le décompoſer par les affinités doubles, 263.

—Formique. Tableau de ſes combinaiſons, 312. - Il a été connu dans le ſiecle dernier. - Eſpece de fourmi dont on le tire. - Moyens de l'obtenir, 313.

—Gallique. Tableau de ſes combinaiſons, 306. - Se tire de la noix de galle. - Moyen de l'obtenir. - Ses propriétés acides ſont peu marquées. Il ſe trouve dans beaucoup de végétaux. - Son radical eſt inconnu, 307.

—Lactique. Tableau de ſes combinaiſons, 308. - Se trouve dans le petit lait. Procédés pour l'obtenir. S'unit avec toutes les baſes ſaliſiables. - Il a beaucoup de rapport avec l'acide acéteux, 309.

—Lithique. Tableau de ſes combinaiſons, 318. - Moyens de l'obtenir. - Ses propriétés ſont peu connues. - Il pourroit bien être déjà combiné à une baſe & dans l'état de phoſphate de chaux, 319.

Acide malique. Tableau de ſes combinaiſons, 280. - Se trouve tout formé dans le jus de pommes & d'autres fruits. - Moyen de l'obtenir. Il eſt mêlé avec l'acide citrique & tartareux dans beaucoup de fruits. - Tient le milieu entre l'acide oxalique & l'acide acéteux. Son radical contient du carbone & de l'hydrogène. On le forme artificiellement, 282, 283.

—Marin. Eſt naturellement dans l'état de gaz, au degré de preſſion de l'atmoſphère, 94. Voy. *Acide Muriatique.*

—Marin oxigéné. S'obtient en diſtillant de l'acide marin ſur des oxides métalliques, 257. Voy. *Acide Muriatique oxigéné.*

—Molybdique. Tableau de ſes combinaiſons. - Moyens de l'obtenir. - On le recueille ſous forme pulvérulente de couleur blanche comme de la craie. - Il eſt toujours concret & peu ſoluble, 273.

—Muriatique. Combinaiſon du radical muriatique avec l'oxigène, 229. - Son nom derivé de celui latin *muria*, 76. - Il eſt dans l'état de gaz au degré de preſſion & de température ordinaire, 74. - Se combine facilement avec l'eau, 76. - Il eſt très-

répandu dans le règne minéral, uni à différentes baſes. - N'a été décompoſé dans aucune expérience chimique. - Son radical eſt inconnu, 75 & 255. - Opinion ſur ſa nature, 255. Tient foiblement à ſes baſes. - Moyens de l'en ſéparer. Appareils pour ſa diſtillation, 246. On le ſurcharge d'oxigène, en le diſtillant ſur des oxides métalliques, tels que le manganèſe, 247. - Il eſt ſuſceptible de différens genres d'oxigénation, 76. - L'excès d'oxigène le rend moins miſcible à l'eau, 77; plus volatil, *ibid.* - Pourquoi on n'a pas donné à ſon nom la terminaiſon en eux, *ibid.* - Tableau de ſes combinaiſons, 253.

ACIDE muriatique oxigéné. Il eſt plus volatil que l'acide muriatique ordinaire, 77. Il ne peut exiſter que ſous forme gazeuſe. - N'eſt abſorbable par l'eau qu'en petite quantité. - Se combine avec un grand nombre de baſes ſalifiables. - Les ſels qu'il forme détonnent avec le carbone. - Ces détonnations ſont dangereuſes, par l'expanſion du calorique, 257. - Il diſſout les ſubſtances métalliques ſans efferveſcence, 178. - Il perd ſon excès d'oxigène dans la diſſolution des métaux & devient acide muriatique ordinaire, 178. - Tableau de ſes combinaiſons, 254.

ACIDE nitreux. Raiſons de lui conſerver ce nom; celui d'*azotique* lui conviendroit mieux, 79. - Se tire ordinairement du ſalpêtre, 77 & 233. - Moyens de l'obtenir, 234. - Il eſt le réſultat de la combinaiſon de l'oxigène & de l'azote, 78 & 214. - C'eſt l'acide du nitre ſurchargé d'azote ou de gaz nitreux, 81. - Et par conſéquent un véritable acide azoteux, 78. - Il eſt le premier dans lequel l'exiſtence de l'oxigène ait été bien démontrée, *ibid.* Les principes qui le conſtituent tiennent peu enſemble, *ibid.* Il eſt rouge & fumant, 81. - Il laiſſe échapper ſon excès de gaz nitreux & une légère chaleur, *ibid.* Il eſt formé par la réunion de trois parties d'oxigène & d'une d'azote, 80. - Tableau de ſes combinaiſons, 233.

—Nitrique. Le gaz azote eſt ſon radical, 56. - C'eſt l'acide nitreux ſurchargé d'oxigène, 81. - Il eſt compoſé de 4 parties d'oxigène & une d'azote, *ibid.* - Il eſt blanc, ſans couleur, plus fixe au feu que l'acide nitreux, *ibid.* - Se tire ordinairement du ſalpêtre, 233. - Moyens de l'obtenir, 234 *& ſuiv.* - Retient une grande partie du calorique

LIQUEURS SPIRITUEUSES.

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Pesanteur spécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
	Alkool mêlé d'eau.			
	Alkool. *Eau.*			
	parties. parties.		on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Esprit-de-vin, ou alkool.	8..... 8...	9427	0..4.64	65.15.6.43
	7..... 9...	9519	0..4.67	66.10.1. 2
	6.....10...	9598	0..4.70	67. 2.7.58
	5.....11...	9674	0..5. 1	67.11.3.66
	4.....12...	9733	0..5. 3	68. 2.0.55
	3.....13...	9791	0..5. 6	68. 8.4.53
	2.....14...	9852	0..5. 8	68.15.3.28
	1.....15...	9919	0..5.10	69. 6.7.31
Ethers...	Ether sulfurique.	7396	0..3.60	51.12.2.59
	Ether nitrique.	9088	0..4.51	63. 9.6 61
	Ether muriatique.	7296	0..3.56	51. 1.1.16
	Ether acétique.	8664	0..4.35	60.10.2.68

LIQUEURS ACIDES.

Acides minéraux.	Acide sulfurique.	18409	1..1.39	128.13.6.33
	Acide nitrique.	12715	»..6.43	89. 0.0.46
	Acide muriatique.	11940	»..6.14	83. 9.2.17
Acides végétau	Acide acéteux rouge.	19251	0..5.23	71.12.0.65
	Acide acéteux blanc.	10135	0..5.18	70.15.0.69
	Acide acéteux distillé.	10095	0..5.17	70.10.5. 9
	Acide acétique.	10626	0..5.37	74. 6.0.65
Acides animaux.	Acide formique.	9942	0..5.11	69. 9.4. 2

ALKALI VOLATIL OU AMMONIAQUE.

Ammoniaque.	Ammoniaque en liqueur.	8970	0..4.47	62.12.5. 9

LIQUEURS HUILEUSES.

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. g. gr.	liv. on. g. gr.
Huiles volatiles, ou eſſentielles.	Huile eſſentielle de térébenthine.	8697	0..4.37	60.14.0.37
	Térébenthine liquide.	9910	0..5.10	69. 5.7.26
	Huile eſſentielle de Lavande.	8938	0..4.46	62. 9.0.32
	Huile eſſentielle de Gérofle.	10363	0..5.27	72. 8.5.18
	Huile eſſentielle de Canelle.	10439	0..5.30	73. 1.1.25
Huiles fixes, ou graſſes.	Huile d'olives.	9153	0..4.54	64. 1.1. 6
	Huile d'amande douce.	9170	0..4.54	64. 3.0.23
	Huile de lin.	9403	0..4.63	65.13.1. 6
	Huile de pavot.	9288	0..4.57	64.10.5.18
	Huile de faîne.	9176	0..4.55	64. 3.5.50
	Huile de baleine.	9233	0..4.57	64.10.0.55

LIQUEURS ANIMALES.

Liqueurs animales.	Lait de femme.	10203	0..5.21	71. 6.5.64
	Lait de jument.	10346	0..5.26	72. 6.6. 1
	Lait d'âneſſe.	10355	0..5.27	72. 7.6. 6
	Lait de chèvre.	10341	0..5.26	72. 6.1.39
	Lait de brebis.	10409	0..5.29	72.13.6.33
	Lait de vache.	10324	0..5.25	72. 4.2.22
	Petit-lait de vache clarifié.	10193	0..5.20	71. 5.4.67
	Urine humaine.	10106	0..5.17	70. 1.6.70

TABLE des Peſanteurs ſpécifiques de quelques ſubſtances végétales & animales.

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			onc. g. gr.	livres. on. g. gr.
Réſine. . .	Réſines jaune ou blanche du pin.	10727	5.40	75. 1.3.28
	Arcançon.	10857	5.45	75.15.7.63
	Galipot.	10819	5.54	75.11.5.59
	Baras.	10441	5.30	73. 1.3.10
	Sandaraque.	10920	5.48	76. 7.0.23
	Maſtic.	10742	5.41	75. 3.0.60
	Storax.	11098	5.54	77.10.7.58
	Réſine ou gomme copale opaque.	11398	5.28	72.12.4.44
	Gomme copale tranſparente.	10452	5.30	73. 2.4.71
	Gomme copale de Madagaſcar.	10600	5.36	74. 3.1.43
	Gomme copale de la Chine.	10628	5.37	74. 6.2.50
	Réſine ou Gomme Elémi.	10182	5.20	71. 4.3. 5
	Réſine ou gomme animée d'Orient.	10284	5.24	71.15.6.33
	Réſine ou gomme animée d'Occident.	10426	5.29	72.15.5.50
	Labdanum.	11862	6.11	83. 0.4.25
	Labdanum *in tortis*.	24933	1.4.67	174. 8.3.70
	Réſine ou gomme de gayac.	12289	6.27	86. 0.2.68
	Réſine de jalap.	12185	6.23	85. 4.5.55
	Sang-dragon.	12045	6.18	84. 5.0.23
	Réſine ou gomme-laque.	11390	5.65	79.11.5.32
	Réſine tacamaque.	10463	5.31	73. 3.6.61
	Benjoin.	10924	5.48	76. 7.3.65
	Réſine ou gomme alouchi.	10604	5.36	74. 3.5.13

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			onc. g. gra.	livres. on. g. gr
Réſines.	Réſine ou gomme caragne.	11244	5.60	78.11.2.45
	Réſine ou gomme élaſtique.	9335	4.61	65. 5.4.12
	Camphre.	9887	5. 9	69. 3.2.54
Gommes-réſines.	Gomme ammoniaque	12071	6.19	84. 7.7.44
	Gomme ſéraphique.	12008	6.16	84. 0.7.12
	Gomme de lierre, ou hédérée.	12948	6.51	90.10.1.29
	Gomme gutte.	12216	6.24	85. 8.1.39
	Euphorbe.	11244	5.60	78.11.2.45
	Oliban ou encens.	11732	6. 6	82. 1.7.63
	Mirrhe.	13600	7. 4	95. 3.1.43
	Bdelium.	13717	5.65	79.10.1.57
	Scammonée d'Alep.	12354	6.29	86. 7.5.13
	Scammonée de Smyrne.	12743	6.44	89. 3.1.52
	Galbanum.	12120	6.20	84.13.3.37
	Aſſa fœtida.	13275	6.64	92.14.6.29
	Sarcocolle.	12684	6.42	88.12.4.62
	Opopanax.	16226	1.0.30	113. 9.2.36
Gommes.	Gomme commune, ou de Païs.	14817	0.7.49	103.11.4. 2
	Gomme arabique.	14523	7.38	101.10.4.44
	Gomme adraganthe.	13161	6.59	92. 2.0.18
	Gomme de Baſſora.	14346	7.32	100. 6.6. 1
	Gomme d'Acajou.	14456	7.36	101. 3.0.41
	Gomme monbain.	14206	7.26	99. 7.0.41
Sucs épaiſſis.	Suc de réglisſe.	17228	1.0.67	120. 9.4.21
	Suc d'acacia.	15153	7.62	106. 1.1. 6
	Suc d'arec.	14573	7.40	102. 0.1.29
	Cachou.	13980	7.18	97.13.6. 6
	Aloès hépatique.	13586	7. 3	95. 1.5. 4
	Aloès ſocotrin.	13795	7.11	96. 9.0.23

ESPECES.	VARIÉTÉS.	Peſanteur ſpécifique.	Poids du pouce cube.	Poids du pied cube.
			on. g. gr.	livres. on. g. gr.
Sucs épaiſſis.	Hypociſte.	15263	7.66	106.13.3.47
	Opium.	13366	6.67	93. 8.7. 3
Fécules..	Indigo.	7690	0.3.71	53 13.2.17
	Roucou.	5956	0.3. 6	41.11.0.41
Cires & graiſſes.	Cire jaune.	9648	5. 0	67. 8.4.44
	Cire blanche.	9686	5. 2	67.12.6.47
	Cire d'ouarouchi.	8970	4.47	62.12.5. 9
	Beurre de cacao.	8916	4.45	62. 6.4.53
	Blanc de baleine.	9433	4.64	66. 0.3.70
	Graiſſe de bœuf.	9232	4.57	64. 9.7.63
	Graiſſe de veau.	9341	4.61	65. 6.1.39
	Graiſſe de mouton.	9235	4.57	64.10 2.40
	Suif.	9419	4.64	65.14.7.31
	Graiſſe de cochon.	9568	4 62	65. 9.1.52
	Lard.	9478	4.66	66. 5.4.21
	Beurre.	9423	4.64	65.15.3. 1
Bois.....	Chêne de 60 ans : le cœur.	11790	6. 5	81.14.3.14
	Liege.	2400	1.18	16.12.6.29
	Orme : le tronc.	6710	3.35	46.15.4.12
	Freſne : le tronc.	8450	4.27	59. 2.3.14
	Hêtre.	8520	4.30	59.10.1.66
	Aune.	8000	4.11	56. 0.0. 0
	Erable.	7550	3.66	52.13.4.58
	Noyer de France.	6710	3.35	46.15.4.12
	Saule.	5850	3. 2	40.15.1.43
	Tilleul.	6040	3. 9	42. 4.3.60
	Sapin mâle.	5500	2.61	38. 8.0. 0
	Sapin femelle.	4980	2.42	34.13.6. 6
	Peuplier.	3830	1.71	26.12.7.49
	Peuplier blanc d'Eſpagne.	5294	2.54	37. 0.7.31
	Pommier.	7930	4. 8	55. 8.1.20
	Poirier.	6610	3.31	46. 4.2.40

Especes.	*Variétés.*	*Peſanteur ſpécifique.*	*Poids du pouce cube.*	*Poids du pied cube.*
			g. gr.	livres. on. g. gr.
Bois.....	Coignaſſier.	7050	3.47	49. 5.4.58
	Neſflier.	9440	4.64	66. 1.2.17
	Prunier.	7850	4. 5	54.15.1.43
	Olivier.	9270	4.58	64.14.1.66
	Ceriſier.	7150	3.51	50. 0 6.29
	Coudrier ou noiſetier.	6000	3. 8	42. 0.0. 0
	Buis de France.	9120	4.52	63.13.3.37
	Buis de Hollande.	13280	6.64	92.15.2.63
	If de Hollande.	7880	4. 6	55. 2.4.35
	If d'Eſpagne.	8070	4.13	56. 7.6.52
	Cyprès d'Eſpagne.	6440	3.24	45. 1.2.17
	Thuya.	5608	2.65	39. 4.0.55
	Grenadier.	13540	7. 1	94.12.3.60
	Mûrier d'Eſpagne.	8970	4.47	62.12.5. 9
	Gayac.	13330	6.66	93. 4.7.49
	Oranger.	7050	3.47	49. 5.4.58

décompoſe les ſubſtances végétales & animales, 132.
Calorique combiné. Tient aux corps par l'attraction & conſtitue une partie de leur ſubſtance, 21.
—*Libre.* C'eſt celui qui n'eſt engagé dans aucune combinaiſon, 21.
—Spécifique des corps. C'eſt le rapport des quantités de calorique, néceſſaires pour élever d'un même nombre de degrés, la température de pluſieurs corps égaux en poids, 21.
Camphre. Eſpèce d'huile concrète qu'on retire par ſublimation d'un laurier du Japon, 305.
Capsules de porcelaine, ſervent de ſupport aux ſubſtances dans la fuſion par le gaz oxigène, 555.
Carbone ou charbon pur. Subſtance ſimple combuſtible, 67 & 227. - Manière d'opérer ſa combuſtion, 67. Décompoſe le gaz oxigène à une certaine température, 67, 133, 227 & 228; appareil pour ſa combuſtion, 483 & *ſuiv.* - Quantité de calorique qui ſe dégage dans cette opération, 67, 108. - Enlève ſa baſe au calorique, 67. - Décompoſe l'eau à une chaleur rouge & enlève l'oxigène à l'hydrogène, 91, 218. - Il s'en diſſout une portion dans le gaz hydrogène, 92 & 118. Il eſt contenu dans le fer & dans l'acier, 48. - Il exiſte dans les végétaux antérieurement à la combuſtion, & forme avec le phoſphore, l'hydrogène & l'azote, des radicaux compoſés, 227. - Moyens d'obtenir celui qui eſt contenu dans les matières végétales & animales, 227 & 228. Ses combinaiſons avec les ſubſtances ſimples, 224. - Il a très-peu d'affinité avec le calorique, 133. - Il forme une des parties conſtituantes des huiles, 119. - Et en général de tous les acides végétaux, 124. - Il tient très-peu aux huiles volatiles animales, 136. - Il fait partie du radical des gommes, du ſucre & de l'amidon, 125. - Il eſt combiné dans ces ſubſtances avec l'hydrogène, de manière à ne former qu'une ſeule baſe portée à l'état d'oxide par une portion d'oxigène, 126. Quantité qu'en contient le ſucre, 142.
Carbures, nom donné aux combinaiſons du carbone avec les métaux, 118.
Cendres, elles forment ordinairement la vingtieme portion du poids d'un végétal brûlé, 166. - Il paroît qu'elles exiſtent dans les végétaux avant leur incinération. C'eſt la terre qui forme la partie oſſeuſe ou la carcaſſe des végétaux, 168.
Chaleur dilate les corps, 1.

Ses cauſes. - Néceſſaire à l'oxigénation. - Différente pour l'oxigénation des différens corps, 203 *& ſuiv.* Ce qu'on entend par cette expreſſion, 133. Voy. *Calorique.*

CHALEUR ſenſible. N'eſt que l'effet produit ſur nos organes par le dégagement du calorique des corps environnans, 22.

CHARBON de bois. L'on croit qu'il contient du phoſphore, 225. - Sert de ſupport aux ſubſtances ſimples fondues au feu alimenté par le gaz oxigène, 554.

CHAUX. C'eſt de toutes les baſes ſalifiables la plus abondamment répandue dans la nature, 172. - Sa compoſition eſt abſolument inconnue, *ibid.* - Elle eſt preſque toujours ſaturée d'acide carbonique, & forme alors la craie, les ſpaths calcaires & une partie des marbres, *ibid.* - Les anciens ont appelé de ce nom générique, toutes les ſubſtances longtems expoſées au feu ſans ſe fondre, 83. - Effet que produit ſur elle le feu le plus violent alimenté par le gaz oxigène, 555.

CHRYSOLYTE. Se fond preſque ſur le champ au feu alimenté par le gaz oxigène, 557.

CIRE. Quantité de calorique qui ſe dégage pendant ſa combuſtion, 113.

CLARIFICATION. Moyen pour mettre une liqueur en état d'être filtrée, 417.

CLOCHES. Maniere de les graduer, 362, 363.

COMBUSTION du fer, 41 *& ſuiv.* - Du phoſphore, 57 *& ſuiv.* - Du ſoufre. - Du charbon, 67 *& ſuiv.* - Du gaz hydrogène, 97 *& ſuiv.* Voyez *ces mots.* - Théorie de la combuſtion des végétaux, 165. - La plus grande portion du végétal eſt réduite en eau & en acide carbonique, 166. - Opérations relatives à la combuſtion, 478 *& ſuiv.* - Conditions néceſſaires pour l'opérer, 480 *& ſuiv.*

CREUSETS, inſtrumens propres à la fuſion, 335.

CRISTAL de roche. Effet que produit ſur lui le feu le plus violent alimenté par le gaz oxigène, 555.

CRISTALLISATION. Opération par laquelle les parties intégrantes d'un corps qui étoient ſéparées par un fluide, ſont réunies par la force d'attraction, 437. - Calorique qui ſe dégage pendant cette opération, *ibid.* Vaiſſeaux dans leſquels on l'opère, 441 & 442.

D

DÉCANTATION. Peut ſuppléer à la filtration, 419. Elle eſt préférable dans les opérations qui exigent une

préciſion rigoureuſe, 410.
DÉTONNATION. Explication de ſes phénomènes, 526 & *ſuiv.* - Ils ſont produits par le paſſage bruſque & inſtantané d'une ſubſtance concrète à l'état aériforme, 525. - Expériences ſur celle du ſalpêtre, 529 & *ſuiv.*
DIAMANT, ſe brûle à la maniere des corps combuſtibles, & s'évapore au feu alimenté par le gaz oxigène, 557.
DISSOLUTIONS métalliques. Appareils pour les opérer, 460 & *ſuiv.*
DISTILLATION compoſée. Elle opère une véritable décompoſition. - C'eſt une des opérations des plus compliquées de la Chimie. - Appareils pour cet objet, 449 & *ſuiv.* — Simple. N'eſt autre choſe qu'une évaporation en vaiſſeaux clos. - Appareils diſtillatoires, 443 & *ſuiv.*

E

EAU. Ses différens états ſelon la quantité de calorique qui lui eſt combinée, 4 & 54. Se transforme en un fluide élaſtique à un degré de chaleur ſupérieur à celui de l'ébullition, 15. - Se diſſout dans les gaz, 50. - Regardée par les anciens comme un élément ou ſubſtance ſimple, 87. - Preuves qu'elle eſt compoſée, 100. - D'un radical qui lui eſt propre & d'oxigène, 94. - Son paſſage à travers un tube de verre incandeſcent, 89. Appareil pour ſa décompoſition, 465 & *ſuiv.* - Sa décompoſition par le carbone, 87 & 50. - Sa décompoſition par le fer; il n'y a pas de dégagement d'acide carbonique, 87, 92 & 98. - Oxide de fer qui en réſulte, 93. Phénomènes de la fermentation ſpiritueuſe & de la putréfaction dus à la décompoſition de l'eau, 101. - Cette décompoſition s'opere continuellement dans la nature, 100. - Les principes qui la conſtituent ſéparés l'un de l'autre ne peuvent exiſter que ſous forme de gaz, *ibid.* Sa récompoſition, 96 & *ſuiv.* 506 & *ſuiv.* - 85 Parties en poids d'oxigène & 15 en poids d'hydrogène, compoſent 100 parties d'eau, 100. - Se combine avec le gaz acide carbonique, 67. - Se combine en toutes proportions avec l'acide ſulfurique, *ibid.* - Avec l'acide muriatique très-facilement, 75. - N'eſt pas toute formée dans le ſucre, 150.
EAU régale. Nom ancien donné à un acide compoſé qui diſſout l'or, 124. Voy. *Acide nitro-muriatique.*
EBULLITION, n'eſt autre choſe que la vaporiſation d'un fluide ou ſa combinaiſon

avec le calorique, 12.
Effervescence, eſt produite par le paſſage rapide d'un corps ſolide ou liquide à l'état gazeux, 177.
Elasticité. Comment on doit la concevoir, 25 *& ſuiv.*
Emeraude, fond ſur le champ en un verre opaque au feu alimenté par le gaz oxigène, 557.
Ether, ſeroit habituellement dans l'état aériforme ſans la preſſion de l'atmoſphère, 9. - Se vaporiſe à 33 degrés, 13 *& ſuiv.* - Appareil pour ſa combuſtion, 503 *& ſuiv.*
Evaporation. Opération pour ſéparer deux ſubſtances qui ont un degré de volatilité différent, 431 *& ſuiv.* Action du calorique dans cette opération, 433.

F

Fer. Il décompoſe l'air atmoſphérique, 41. - Il augmente de poids dans la calcination d'une quantité égale à celle que l'air a perdue, 47. - Appareil pour ſon oxidation, 519. - Sa combuſtion dans le gaz oxigène, 41. - Il décompoſe l'eau & s'oxide à un degré de chaleur rouge, 92, 93 & 218. Il eſt moins attirable à l'aimant après qu'il a décompoſé l'eau; c'eſt de l'oxide noir de fer, 42 & 93. - Ce métal contient de la matière charbonneuſe, 48.
Fermentation acéteuſe. C'eſt l'acidification du vin à l'air libre par l'abſorption de l'oxigène, 159.
— Putride, s'opère en raiſon d'affinités très-compliquées, 153. - Appareil relatif à cette opération, 461 *& ſuiv.* L'hydrogène ſe dégage ſous la forme de gaz pendant la décompoſition des ſubſtances animales, 154. - Il ſe forme des combinaiſons binaires, 153.
— Vineuſe. Moyens de l'exciter, 139. - Moyen d'analyſe des ſubſtances ſuſceptibles de fermenter., 151. - Deſcription des appareils relatifs à cette opération, 461 *& ſuiv.* - Ses réſultats & ſes effets, 150 *& ſuiv.* - Détail de ce qui ſe paſſe dans la décompoſition du ſucre, 149.
Filtration. C'eſt un tamiſage qui ne laiſſe paſſer que les parties liquides, 413.
Filtres. De leur choix & des moyens de s'en ſervir, 412 *& ſuiv.*
Fluides élaſtiques. Sont une modification des corps, 11. Il s'abſorbe du calorique dans leur formation, *ibid.* S'obtiennent à un degré de chaleur déterminé, 12. - Leurs noms génériques & particuliers, 54.
Fourmis. Eſpèce qui fournit l'acide formique, 313.

FOURNEAUX. De leur conſtruction, 537 & *ſuiv.*-Des fourneaux de fuſion, 543 & *ſuiv.* - Leur objet, *ibid.* Principes de leur conſtruction, 547 & *ſuiv.* - Moyen de faire paſſer à travers un courant de gaz oxigène, 557 & *ſuiv.*

—*de* Coupelle. Sa deſcription, 550 & *ſuiv.* - Son objet 545. - Sa conſtruction eſt vicieuſe, 551. - Moyens qu'a employés M. Sage pour y ſuppléer, 551 & 552.

FUSION. C'eſt une véritable ſolution par le feu, 534. Deſcription de l'appareil pour l'opérer à l'aide du gaz oxigène, 552 & *ſuiv.*

G

GAZ. Explication de ce mot, 17. - C'eſt le nom générique par lequel on déſigne une ſubſtance quelconque, aſſez imprégnée de calorique pour paſſer de l'état liquide à l'état aériforme, 53, 54 & 200. - Ils diſſolvent l'eau, 50. - Manière d'en meſurer le poids & le volume, 360 & *ſuiv.* 384 & *ſuiv.* - Moyens de les réparer les uns des autres, 365 & *ſuiv.* - De la correction à faire à leur volume, relativement à la preſſion de l'atmoſphère, 370 & *ſuiv.* Et aux degrés du thermomètre, 378.

—Aqueux. Eau combinée avec le calorique, 54.

GAZ acide carbonique, formé par la combuſtion du charbon dans le gaz oxygène, 67. Eſt ſuſceptible d'être abſorbé par l'eau, 67. - Ne ſe condenſe pas au degré de preſſion de l'atmoſphère, *ibid.* De tous les gaz c'eſt celui qui diſſout le plus d'eau, 50. - S'unit à toutes les baſes ſuſceptibles de former des ſels neutres, 67. - Provenant de la décompoſition de l'eau par le charbon, 91.

—Acide muriatique. Moyens de le dégager, 74.

—Azote. Fait partie de l'air atmoſphérique, 39 & 203. Pluſieurs manières de l'obtenir, 214, 215. - Sa peſanteur, 55. - Ses propriétés chimiques ne ſont pas encore bien connues, *ibid.* - Il prive de la vie les animaux qui le reſpirent, 56. - L'azote entre dans la compoſition de l'acide nitrique, *ibid.* Dans celle de l'ammoniaque, *ibid.*

—Hépatique. C'eſt le gaz hydrogène ſulfuré, 118.

—Hydrogène eſt formé par l'union du calorique & de l'hydrogène, 94 & 217. C'eſt le radical conſtitutif de l'eau, 94. - On l'obtient en préſentant à l'eau un corps pour lequel l'oxigène ait plus d'affinité ; l'hydrogène s'unit au calorique pour le former, 217. - Se dégage dans la décompoſition de l'eau par le fer, 93. - Et dans

celle de l'eau par le charbon, 91. - Moyens de l'obtenir pur, 98. - Sa peſanteur, 95. - Ne peut ſe condenſer au degré de preſſion de l'atmoſphère, 99. - Enleve l'oxigène au calorique & décompoſe l'air dans la combuſtion, 95. - Sa combuſtion avec le gaz oxigène s'opère inſtantanément & avec exploſion. - Précautions qu'exige cette expérience, 96. - Appareil pour ſa combuſtion en grand, 506 & *ſuiv.* - Quantité de calorique qui ſe dégage pendant ſa combuſtion, 109. Dans la combuſtion des végétaux il s'allume par le contact de l'air & produit la flamme, 166. - Il n'eſt pas abſorbable par l'eau, 95. Il ſe combine avec tous les corps combuſtibles, 156. Il diſſout le carbone, 118. Le phoſphore, *ibid.* - Le ſoufre, *ibid.* - Les métaux, *ibid.* - Dénomination qu'il prend alors, *ibid.* - On en obtient d'autant moins qu'on a pris plus de précautions pour écarter l'eau dans les expériences ſur les métaux, 122.

GAZ hydrogène carboné. Réſultat de la combinaiſon du gaz hydrogène avec le carbone, 156.

—Hydrogène phoſphoré. Réſultat de la combinaiſon du gaz hydrogène avec le phoſphore, 156 & 225. - S'enflamme ſpontanément lorſqu'il a le contact de l'air, 119. - Il a l'odeur du poiſſon pourri, *ibid.* - Et il s'exhale vraiſemblablement de la chair des poiſſons en putréfaction, *ibid.*

GAZ hydrogène ſulfuré. Réſultat de la combinaiſon du gaz hydrogène avec le ſoufre, 156. - C'eſt à ſon émanation que les déjections animales doivent leur odeur infecte, 119.

—Inflammable. Voy. *Gaz hydrogène.*

—Nitro-muriatique. Se dégage pendant la diſſolution de l'or dans l'acide nitro-muriatique - N'a pas encore été décrit. - Son odeur eſt déſagréable. - Il eſt funeſte aux animaux qui le reſpirent. - L'eau en abſorbe une grande quantité, 259.

—Nitreux. Premier degré de combinaiſon de l'azote avec l'oxigène, 80. - C'eſt une eſpece d'oxide d'azote, 81. Proportions d'azote & d'oxigène qui le conſtituent, 80. Surchargé d'oxigène, compoſe un acide très-puiſſant, l'acide nitrique, *ibid.* - Enleve l'oxigène à l'air de l'atmoſphère, *ibid.* - Sert d'eudiomètre pour connoître la quantité d'oxigène contenue dans l'air atmoſphérique, *ibid.* - Il eſt immiſcible à l'eau, *ibid.*

—Oxigène. Combinaiſon de l'oxigène avec le calorique,

55. - Moyen de s'aſſurer s'il ne contient point d'acide carbonique, 98. - Le calorique & la lumière qui ſe dégagent dans la combuſtion ſont-ils fournis par le corps qui brûle, ou par le gaz oxigène qui ſe fixe dans les opérations? 219. - Eſt décompoſé par le charbon, 67. Par le phoſphore, 58 & *ſuiv.* Perd ſon calorique dans cette combinaiſon, 60. - Sa décompoſition par les métaux, 82. - Par le fer 41. Par le ſoufre, 66. - Entre dans la décompoſition de l'air atmoſphérique, 55. - Retiré de l'oxide de mercure, 523. - Retiré de l'oxide de manganèſe ou du nitrate de potaſſe, 524. - Change de nature par la détonnation avec le charbon, & ſe convertit en acide carbonique, 525. - Moyen de s'en ſervir pour augmenter l'intenſité du feu, 552. - Son emploi dans les fuſions, *ibid.*

GAZOMÈTRE. Inſtrument propre à meſurer le volume des ſubſtances aériformes, 342. - Sa deſcription, 346 & *ſuiv.* Sa graduation, 358 & *ſuiv.* - Expériences qui ont donné l'idée de ſa conſtruction, 553. - On peut avec cet inſtrument donner un grand degré de viteſſe au gaz oxigène, 553; & l'employer à augmenter l'action du feu, 553 & *ſuiv.*

GAZOMÈTRIE. C'eſt l'art de meſurer le poids & le volume des ſubſtances aériformes, 342.

GOMMES. Oxides végétaux à deux baſes, 125. - Réunies ſous le nom générique de muqueux, *ibid.*

GRAISSE animale. Formée par la partie muſculaire de cadavres enterrés à une certaine profondeur & privés du contact de l'air, 157. Le ſuif fournit l'acide ſébacique, 317.

GRENAT. Fond preſque ſur le champ au feu alimenté par le gaz oxigène, 557.

H

HUILES. Elles ſont compoſées de carbone & d'hydrogène, 119. - Ce ſont de véritables radicaux carbone-hydreux, 198. - Proportion des principes qui les conſtituent, 120. - Sont-elles baſe ou radical des acides végétaux & animaux. - Raiſons qui font pencher pour la négative, 211. - Appareil pour leur combuſtion, 493 & *ſuiv.* - Se convertiſſent en brûlant en acide carbonique & en eau, 120.

—*d'*Olives. Quantité de calorique qui s'en dégage, 113.

—Fixes. Contiennent un excès de carbone, 119. - Elles le perdent à un degré de chaleur ſupérieur à l'eau bouillante, 119.

HUILES volatiles. Elles ſont formées par une juſte proportion d'hydrogène & de carbone, 119. - A un degré ſupérieur à l'eau bouillante, elles ſe combinent au calorique pour former un gaz; c'eſt dans cet état qu'elles paſſent dans la diſtillation, 120.

—Volatiles animales. Le carbone y tient ſi peu qu'il s'en ſépare par leur ſimple expoſition à l'air libre, 136 & 137. - Il ſe ſépare encore plus promptement quand on les expoſe dans le gaz oxigène, & l'huile devient noire; en même tems il ſe forme de l'eau, 137. - Elles redeviennent blanches par la rectification & le charbon s'en ſépare, 136. - Elles ſe décompoſent & ſe convertiſſent entièrement en charbon & en eau par des rectifications répétées, 136 & 137.

HYACINTHE. Perd ſa couleur au feu alimenté par le gaz oxigène, 556 & 557.

HYDROGÈNE. Eſt un des principes de l'eau, 217. - Son exiſtence & ſes propriétés ne ſont connues que depuis peu de tems. - C'eſt un des principes les plus répandus dans la nature. - Il joue le principal rôle dans le règne animal & végétal, 217. Son affinité avec le calorique eſt telle qu'il eſt toujours dans l'état de gaz. Il eſt impoſſible de l'obtenir ſeul ſous forme concrète, 217 & *ſuiv.* - On l'obtient dans l'état de gaz en décompoſant l'eau par le fer & par le carbone, 218. - Sa combinaiſon avec le phoſphore, 225. - Avec l'oxigène, 217. - Eſt-il ſuſceptible de ſe combiner avec les corps ſimples dans l'état concret? 121. - Ce ne peut être qu'en très-petite quantité, *ibid.* - Il eſt un des principes conſtitutifs des huiles, & du radical de tous les acides végétaux & animaux, 119. De l'amidon, des gommes, du ſucre, 125. - Quantité qu'en contient le ſucre, 142. - Quelques chimiſtes ont ſuppoſé que c'étoit le phlogiſtique de Stahl. - Ils ne le prouvent point. - Ils n'expliquent pas les phénomènes de la calcination & de la combuſtion, 219.

I

INSTRUMENS propres à déterminer le poids abſolu & la peſanteur ſpécifique des corps, 327 & *ſuiv.* Deſcription de la machine qui ſert à les comparer. Elle ſe nomme balance. L'action ſe nomme peſée. Variation de l'unité d'un pays à l'autre. - De la néceſſité de n'employer que des poids dont on connoît les rapports entre eux, 327 & *ſuiv.*

L

LAMPE d'émailleur. Sert d'intermédiaire, dans la fuſion par le gaz oxigène, pour les ſubſtances compoſées qui ont de l'affinité avec le charbon, 554.

LAVAGE moyen de diviſer les corps en poudres de groſſeurs uniformes, 420.

LEXIVIATION. Opération dont l'objet eſt de ſéparer les ſubſtances ſolubles dans l'eau de celles qui ne le ſont pas, 428 *& ſuiv.*

LIMES. Servent à diviſer les matières ſoit malléables, ſoit fibreuſes, 408.

LIMPHE Oxide animal, 130.

LUMIÈRE. Qualités qui lui ſont communes avec le calorique, 6. - Néceſſaire aux animaux comme aux végétaux.-Il n'exiſte d'êtres organiſés que dans les lieux expoſés à la lumière, 202. Son dégagement dans la combuſtion du fer, 41. - Sa manière d'agir ſur les corps eſt inconnue. - Elle contribue avec le calorique à conſtituer l'oxigène dans l'état de gaz. - Se combine avec quelques parties des plantes ; c'eſt à cette combinaiſon qu'eſt due la couleur verte des feuilles, 201.

LUTS, (préparation des) 468. Réſineux.-Gras.-De chaux & de blanc d'œufs, 469, 470 *& ſuiv.*-Leur emploi, 475 *& ſuiv.* - Moyens d'y ſuppléer, 477.-Pour enduire les cornues, 541

M

MAGNÉSIE. La compoſition de cette terre eſt abſolument inconnue, 172. On la trouve dans l'eau de la mer, 173. - Et dans un grand nombre d'eaux minérales, 173. - Effet que produit ſur elle le feu le plus violent, alimenté par le gaz oxigène, 555.

MATIÈRES fécales ſont compoſées de carbone & d'hydrogène, 157. - Produiſent de l'huile par la diſtillation, *ibid.*

MERCURE. Appareil pour ſon oxidation, 35, 507 *& ſuiv.* Abſorbe dans cette opération la partie reſpirable de l'air, 38. - Ne l'abſorbe pas en entier, 40.

MÉTAUX. Sont ſuſceptibles de ſe combiner les uns avec les autres, 116. - Ne ſont pas diſſolubles dans les acides ; il faut qu'ils ayent été portés auparavant à l'état d'oxides, 176.

MIROIRS concaves. Ont un plus grand degré d'intenſité que les verres ardens. - La difficulté de s'en ſervir rend impoſſibles un grand nombre des expériences chimiques, 553.

MOPHÈTE. Voy. *Azote* & *Gaz Azote.*

MOLÉCULES élémentaires des

corps ne ſe touchent point, 3.

MOLYBDÈNE. Subſtance métallique qui a la propriété de s'oxigèner & de former un véritable acide. - La nature nous le préſente dans l'état de ſulfure de molybdène, 273.

MORTIERS. Leur deſcription. Leur uſage, 404 & 405.

MURIATES oxigénés. Le calorique entre dans leur compoſition en quantité preſqu'égale à celle qui eſt néceſſaire pour conſtituer le gaz oxigène, 207.

N

NITRATES. Sels réſultans de l'union de l'acide nitrique avec différentes baſes, 237. - Appareil pour en retirer l'acide, 78. Dégagement de gaz oxigène qui l'accompagne, *ibid.*

NITRITES. Sels réſultans de l'union de l'acide nitreux avec différentes baſes, 237.

NOIX de galle. Elles fourniſſent le principe aſtringent ou acide gallique par une ſimple infuſion dans l'eau, 307.

NOMENCLATURE. Syſtême général d'après lequel elle eſt formée. - Diſcours préliminaire. - Ses difficultés, 128. Le point où en eſt la ſcience oblige de conſerver au moins pour un tems les noms anciens pour les acides & oxides animaux & végétaux, 129.

O

ODEUR fétide. Elle eſt produite par la diſſolution des corps combuſtibles dans le gaz hydrogène, 156.

OPÉRATIONS manuelles de la Chimie. - Se diviſent en pluſieurs claſſes, 325. - Les unes ne ſont que méchaniques, elles ne font que diviſer les corps. - Les autres ſont véritablement chimiques, 325 & *ſuiv.*

OR, ſe diſſout dans l'acide nitro-muriatique. - S'oxide avant ſa diſſolution, 259. Se volatiliſe lentement au feu alimenté par le gaz oxigène, 556.

OS des animaux. Ce ſont de véritables phoſphates de chaux, 224.

OXIDES. Nom générique pour exprimer le premier degré d'oxigénation de toutes les ſubſtances, 85. - Le règne végétal & le règne animal ont leurs oxides, *ibid.*

— A deux baſes, moyen d'expliquer ſans périphraſe le principe qui eſt en excès, 126.

— Animaux. Leur nombre eſt encore indéterminé, 130. Il entre ordinairement dans leur compoſition 4 baſes oxidables, 125. - Les principes qui les conſtituent ſe déſunifſent à un très léger

changement de température, 131.

OXIDES métalliques. Combinaiſons de l'oxigène avec les métaux, 82. - Les anciens Chimiſtes les confondoient ſous le nom de chaux, avec un grand nombre de ſubſtances de nature très-différente, 84. - On les ſpécifie par leur couleur qui varie en raiſon de la quantité plus ou moins grande d'oxigène qu'ils contiennent, 85. - Brûlent avec flamme au feu alimenté par le gaz oxigène, 556. - Réflexions ſur ce phénomène, *ibid.*

— Végétaux. Leur nomenclature, 128 & *ſuiv.* - Se décompoſent à un degré de chaleur ſupérieur à l'eau bouillante ; le calorique rompt l'équilibre qui exiſtoit entre les parties qui les conſtituoient, 130. - Comment ils different entr'eux, 210. - Leur décompoſition par la fermentation vineuſe, 139.

— Rouge de mercure. L'oxigène y tient très-peu. Moyens d'oxider les corps à une chaleur médiocre, 206.

OXIGÉNATION. Combinaiſon d'un corps avec l'oxigène, 66.

OXIGÈNE, a une grande affinité pour la lumière. - Elle contribue avec le calorique à le conſtituer dans l'état de gaz, 201. - Dans cet état il forme la partie reſpirable de l'air, 54. - Il entre pour un tiers dans le poids de notre atmoſphère ; l'azote conſtitue les deux autres tiers, 203. - Abandonne le calorique pour s'unir à l'hydrogène dans la combuſtion, 95. - C'eſt le principe acidifiant de tous les acides, 69. - Un premier degré de combinaiſon de ce principe avec l'azote forme le gaz nitreux, 80. - Un ſecond degré conſtitue l'acide nitreux, *ibid.* - Un troiſieme conſtitue l'acide nitrique, 214. Ses combinaiſons avec les ſubſtances ſimples ſe nomment binaires, ternaires, quaternaires, ſelon le nombre de ces ſubſtances, 207. Tableau de ſes combinaiſons binaires avec les ſubſtances ſimples métalliques & non métalliques, 203. - Se dégage pendant la décompoſition du nitre par l'acide ſulfurique, 78. - Il tient peu à l'acide nitrique, 207. Condition néceſſaire pour ſa combinaiſon, 203 & *ſuiv.* Il eſt le moyen d'union entre les métaux & les acides, 179. - Tout porte à croire que les ſubſtances qui ont une grande affinité avec les acides contiennent de l'oxigène, 179. - Et qu'il entre dans la compoſition des terres regardées comme ſimples, 180. - Quantité

que le ſucre en contient, 142. - Il conſerve une grande partie de ſon calorique en ſe combinant au gaz nitreux, 110.

P

PESANTEUR ſpécifique. On a déſigné ſous ce nom le poids abſolu des corps diviſé par leur volume. - On détermine cette peſanteur par le moyen de la balance hydroſtatique, 337.

PESE-LIQUEURS, ſervent à déterminer la peſanteur ſpécifique des fluides, 338. Leur deſcription. - Manière de s'en ſervir. On les conſtruit en verre & en métal, 338 *& ſuiv.*

PHOSPHORE. Subſtance inconnue des anciens Chimiſtes. C'eſt un produit de l'art. Epoque de ſa découverte. On le retire à préſent des os des animaux. - Manière de le préparer, 224. C'eſt un corps combuſtible ſimple. - Il ſe rencontre, à ce qu'il paroît, dans toutes les ſubſtances animales & dans quelques plantes, 198, 199, 225. - Il y eſt ordinairement combiné avec l'azote, l'hydrogène, &c. - Il s'allume à 32 degrés de chaleur, 225. - Décompoſe le gaz oxigène à cette température, 58 *& ſuiv.* - Abſorbe une fois & demie ſon poids d'oxigène, 63. - Se convertit en un acide, 66. Il devient incombuſtible par ſa combinaiſon avec l'oxigène, 65. - Appareils pour ſa combuſtion, 58, 61, 482 *& ſuiv.* Quantité de calorique qui ſe dégage pendant ſa combuſtion, 62 & 107. - Ses combinaiſons avec les ſubſtances ſimples, 223. Avec les métaux, 118. Avec le gaz hydrogène, *ibid.* Il paroît qu'il demeure combiné avec le charbon dans la diſtillation des végétaux, 136. - Enleve l'oxigène à l'acide nitrique & à l'acide muriatique oxigéné, 249. - C'eſt une des baſes des acides animaux, 124.

PIERRES compoſées, ſe fondent au feu alimenté par le gaz oxigène, 556.

— Précieuſes. Celles qui ſont décolorées par le feu alimenté de gaz oxigène, ont l'apparence d'une terre blanche, & de la porcelaine, 557.

PLANTES. La couleur des feuilles & la diverſité de celles des fleurs tient à la combinaiſon de la lumière avec elles, 201. - Contiennent du phoſphore, 225.

POIDS. Diviſion de la livre en fractions décimales, moyen de ſimplifier les calculs, 333. - Table pour convertir les fractions décimales en fractions vulgaires & réciproquement.

PORPHIRISATION. Inſtrumens propres à l'opérer, 403.
POTASSE. Son origine. - Procédés pour l'extraire, 165 *& ſuiv.* - Il n'eſt pas démontré qu'elle exiſte dans le charbon avant la combuſtion, 228. - Il ne paroît pas qu'on puiſſe l'extraire des végétaux ſans des intermedes qui fourniſſent de l'azote & de l'oxigène, 169. - Preſque toujours ſaturée d'acide carbonique, pourquoi, 167. - Elle eſt ſoluble dans l'eau, 168. Elle attire l'humidité de l'air avec une grande rapidité. - Elle eſt en conſéquence très-propre à opérer la deſſication des gaz, 168. Elle eſt ſoluble dans l'eſprit de vin, *ibid.*
POUDRE à canon. Il ſe dégage de l'azote & du gaz acide carbonique dans ſon inflammation, 525 & 526.
PRESSION de l'atmoſphère. Elle met obſtacle à l'écartement des molécules des corps, 8. - Sans elle il n'y auroit pas de fluides proprement dits, *ibid* - Expériences qui le prouvent, 9 & 10.
PULVÉRISATION. Inſtrumens propres à l'opérer, 403.
PUTRÉFACTION. Ses phénomènes ſont dus en partie à la décompoſition de l'eau, 101. - Eſt très-lente lorſque le corps qui l'éprouve ne contient pas d'azote, 155. - C'eſt dans le mélange des ſubſtances végétales & animales que conſiſte toute la ſcience des amendemens & des fumiers, 155.
— Des végétaux, n'eſt autre choſe que l'analyſe des ſubſtances végétales dans laquelle la totalité de leurs principes ſe dégage ſous la forme de gaz, 154.
PYRITES, nom que les anciens donnoient à la combinaiſon du ſoufre & des métaux, 117.

R

RADICAL acéteux. Tableau de ſes combinaiſons, 294. Acide à deux baſes. - C'eſt le plus oxigéné des acides végétaux. - Contient un peu d'azote. - Moyens de l'obtenir & de l'avoir pur. - Libre de toute combinaiſon, il eſt dans l'état de gaz au degré de température dans lequel nous vivons. - La plupart des ſels qu'il forme avec les baſes ſalifiables ne ſont pas criſtalliſables, 295 *& ſuiv.*
— Boracique. Sa nature eſt inconnue, 229.
— Fluorique. Sa nature eſt inconnue, 229. - Ses combinaiſons avec l'oxigène, *ibid.*
RADICAL malique. Tableau de ſes combinaiſons, 281.
— Muriatique. Sa nature eſt encore inconnue, 229.

— Tartareux. Tableau de ſes combinaiſons, 227.
RADICAUX des acides, leur tableau, 196. - Combinaiſons des radicaux ſimples avec l'oxigène, 203 & *ſuiv.* Combinaiſon des radicaux compoſés avec l'oxigène, 208 & *ſuiv.*
— Hydro-carboneux & Carbone-hydreux, 198.
— Oxidables & Acidifiables. Sont ſimples dans le règne minéral. - Sont compoſés dans les deux autres, 209.
RAPE. Sert à diviſer les ſubſtances pulpeuſes, 405.
RÉDUCTIONS métalliques. Ne ſont autre choſe que des oxigénations du charbon par l'oxigène contenu dans les oxides métalliques, 206.
RESPIRATION. Raiſons qui ont empêché d'en parler dans cet ouvrage, 202.
RUBIS. Se ramollit, ſe ſoude & ſe fond ſans altération de ſa couleur, par l'action du feu alimenté par le gaz oxigène, 556.
— *du* Bréſil. Se décolore & perd un cinquième de ſon poids au feu alimenté par le gaz oxigène, 557.
SALPÊTRE. Combinaiſons de l'acide nitrique & de la potaſſe, 233. - Moyens d'obtenir ce ſel, *ibid.* - Son rafinage fondé ſur la différente ſolubilité des ſels, 439, 440.
SANG. La partie rouge eſt un oxide animal, 130.
SÉCRÉTIONS animales. Sont de véritables oxides, 130.
SEL marin. Combinaiſon de l'acide muriatique & de la ſoude, 259.
—Muriatique oxigéné de potaſſe. Fournit un gaz oxigène abſolument pur, 507.
—Sédatif. Voy. *Acide Boracique*, 265.
—Neutres. Leur formation, 162 & 189. - Ils réſultent de la réunion d'une ſubſtance ſimple oxigénée avec une baſe quelconque, 161. Ou, ce qui eſt la même choſe, de l'union des acides avec les ſubſtances métalliques terreuſes & alkalines, 162. - Quelles ſont les baſes ſalifiables ſuſceptibles de ſe combiner avec les acides, 162 & 164. - Le nombre des ſels connus a augmenté en raiſon des acides qui ont été découverts, 209. - Dans l'état actuel de nos connoiſſances, il eſt de 1152, 182. Mais il eſt probable que toutes ces combinaiſons ſalines ne ſont pas poſſibles, 183. - Combinaiſons ſalines préſentées ſous la forme de tableaux. - On a ſuivi pour les claſſer les mêmes principes que pour les ſubſtances ſimples, 183 & *ſuiv.* Leur nomenclature, 183. On les diſtingue par le nom de leur baſe ſalifiable, 184 & *ſuiv.* - Plan d'expériences ſur les ſels neutres, 187. - De leur ſolution,

403. - Par le calorique, 424 & 438. - On confondoit autrefois la ſolution & la diſſolution, 423 & 424. Des différens degrés de ſolubilité des ſels, 426 & *ſuiv.* - Travail à faire ſur les ſels neutres, 428.

SIPHON. Sa deſcription, 412.

SOUFRE. Subſtance combuſtible qui eſt dans l'état concret à la température de l'atmoſphère, & qui ſe liquéfie à une chaleur ſupérieure à l'eau bouillante, 221. - Sa combinaiſon avec les ſubſtances ſimples, *ibid.* - Avec le gaz hydrogène, 118. Avec différens autres gaz, 66. - Avec le charbon, 67. Il décompoſe l'air, 66. - Enleve l'oxigène au calorique, *ibid.* - Il eſt ſuſceptible de pluſieurs degrés de ſaturation en ſe combinant avec l'oxigène, 72. - Moyen d'exciter ſa combuſtion pour la formation de l'acide ſulfurique, 241.

SUBLIMATION. - Diſtillation des matières qui ſe condenſent ſous forme concrète, 448.

SUBSTANCES animales ſont compoſées d'hydrogène, de carbone, de phoſphore, d'azote & de ſoufre, le tout porté à l'état d'oxide par une portion d'oxigène, 158. - Leur diſtillation donne les mêmes réſultats que les plantes crucifères, 136. - Elles donnent ſeulement plus d'huile & plus d'ammoniaque, en raiſon de l'azote & de l'hydrogène qu'elles contiennent dans une plus grande proportion, 136. - Elles favoriſent la putréfaction, parce qu'elles contiennent de l'azote, 155. - Elles peuvent varier en raiſon de la proportion de leurs principes conſtituans & de leur degré d'oxigénation, 213. Sont décompoſées par le feu, 132.

SUBSTANCES combuſtibles. Ce ſont celles qui ont une grande appétence pour l'oxigène, 116. Peuvent s'oxigéner par leur combinaiſon avec les nitrates & les muriates oxigénés, 206 & 207. — Métalliques. A l'exception de l'or & quelquefois de l'argent, elles ſe préſentent rarement dans la nature ſous la forme métallique, 173. Celles que nous pouvons réduire ſous forme métallique ſont au nombre de 17, 174. Celles qui ont plus d'affinité avec l'oxigène qu'avec le carbone ne ſont pas ſuſceptibles d'être amenées à cet état, 174. Conſidérées comme baſes ſalifiables, 175. Ne peuvent ſe diſſoudre que lorſqu'elles s'oxident, 176 & 177. L'efferveſcence qui a lieu pendant leur diſſolution dans les acides prouve qu'elles s'oxident, *ibid.* Se diſſolvent ſans efferveſcence dans les acides lorſ-

qu'elles ont été préalablement oxidées, 178. - Se diſſolvent ſans efferveſcence dans l'acide muriatique oxigéné, *ibid.* - Dans l'acide ſulfureux, 245. - Celles qui ſont trop oxigénées s'y diſſolvent & forment des ſulfates métalliques, *ibid.* - Décompoſent toutes le gaz oxigène, excepté l'or & l'argent, 82, 203 & *ſuiv.* Elles s'oxident & perdent leur éclat métallique, 83. Pendant cette opération elles augmentent de poids à proportion de l'oxigène qu'elles abſorbent, *ibid.* - Les anciens donnoient improprement le nom de chaux aux métaux calcinés ou oxides métalliques, 83. - Appareils pour accélérer l'oxidation, 514 & *ſuiv.* - N'ont pas toutes le même degré d'affinité pour l'oxigène, 513. Lorſqu'on ne peut en ſéparer l'oxigène, elles demeurent conſtamment dans l'état d'oxides & ſe confondent pour nous avec les terres, 174. - Décompoſent l'acide ſulfurique en lui enlevant une portion de ſon oxigène, & alors elles s'y diſſolvent, 242. - Leurs combinaiſons les unes avec les autres, 230. Les alliages qui en réſultent ſont plus caſſans que les métaux alliés, 116. - C'eſt à leurs différens degrés de fuſibilité que ſont dus une partie des phénomènes que préſentent ces combinaiſons, 117. - Brûlent avec flamme colorée & ſe diſſipent entiérement au feu alimenté par le gaz oxigène. 556. - Toutes, excepté le mercure, s'y oxident ſur un charbon, *ibid.*

SUBTANCES ſalines ſe volatiliſent au feu alimenté par le gaz oxigène, 556.

— Simples. Leur définition. Ce ſont celles que la chimie n'a pas encore pu parvenir à décompoſer, 193 & *ſuiv.* Leur tableau, 192. - Leurs combinaiſons avec le ſoufre, 221. - Avec le phoſphore, 223. - Avec le carbone, 227. - Avec l'hydrogène, 217. - Avec l'azote, 213.

— Végétales. Leurs principes conſtitutifs ſont l'hydrogène & le carbone, 132. - Contiennent quelquefois du phoſphore & de l'azote, 136. Manière d'enviſager leur compoſition & leur décompoſition, 132. - Leur décompoſition ſe fait en vertu d'affinités doubles & triples, 135. Tous les principes qui les compoſent ſont en équilibre entr'eux au degré de température dans lequel nous vivons, 133. - Leur diſtillation fournit la preuve de cette théorie, 135. A un degré peu ſupérieur à l'eau bouillante, une partie du carbone devient libre, 134. - L'hydrogène & l'oxigène ſe réuniſſent pour former de l'eau, *ibid.* - Une

portion d'hydrogène & de carbone s'uniſſent & forment de l'huile volatile, *ibid.* - A une chaleur rouge l'huile formée ſeroit décompoſée, 135. - L'oxigène alors s'unit au carbone avec lequel il a plus d'affinité à ce degré, 134. - L'hydrogène s'échappe ſous la forme de gaz en s'uniſſant au calorique, *ibid.*

SUCRE. Oxide végétal à deux baſes, 125. - Son analyſe, 142 & *ſuiv.* - En l'oxigénant on forme de l'acide oxalique, de l'acide malique, de l'acide acéteux, ſelon la proportion d'oxigène, 294. - Moyens de rompre l'équilibre de ſes principes par la fermentation, 142. - Récapitulation des réſultats obtenus par la fermentation, 148. - Contient les ſubſtances propres à former de l'eau, mais non de l'eau toute formée, 151.

—de lait oxigéné forme l'acide ſaccholactique, 311.

SULFATES. Combinaiſons de l'acide ſulfurique avec les différentes baſes, 245.

—Métalliques. Combinaiſons des métaux avec l'acide ſulfurique, 245.

SULFITES. Combinaiſons de l'acide ſulfureux avec les différentes baſes, 245.

—Métalliques pourroient bien ne pas exiſter, 245.

SULFURES. Combinaiſons du ſoufre avec les métaux, 118.

T

TABLEAU des acides & de leurs baſes ſalifiables, 180 & *ſuiv.* - Des ſubſtances ſimples, 192. - Des radicaux compoſés, 196. - Des combinaiſons de l'oxigène, 203, 208. - Des combinaiſons de l'azote, 212. - De l'hydrogène, 216. Du ſoufre, 220. - Du phoſphore, 222. - Du carbone, 226. De l'acide nitrique, 232. De l'acide ſulfurique, 238. De l'acide ſulfureux, 243. De l'acide phoſphoreux, 246. De l'acide phoſphorique, 247. - De l'acide carbonique, 250. - De l'acide muriatique, 253. - De l'acide muriatique oxigéné, 254. De l'acide nitro-muriatique, 258. - De l'acide fluorique, 261. De l'acide boracique, 264. - De l'acide arſenique, 268. - De l'acide molybdique, 272. De l'acide tunſtique, 274. - De l'acide tartareux, 277. - De l'acide malique, 281. - De l'acide citrique, 284. - De l'acide pyroligneux, 286. - De l'acide pyro-tartareux, 288. - De l'acide pyro-muqueux, 290. De l'acide oxalique, 292. De l'acide acétique, 298. De l'acide ſuccinique, 300. De l'acide benzoïque, 302. De l'acide camphorique, 304. - De l'acide gallique, 306. - De l'acide lactique, 308 - De l'acide ſaccholacti-

que, 310.-De l'acide formique, 312.-De l'acide bombique, 314.-De l'acide ſébacique, 316.-De l'acide lithique, 318.-De l'acide pruſſique, 320.

TAMISAGE. Moyen de ſéparer les corps en molécules de groſſeurs à-peu-près uniformes, 409.

TARTRE eſt compoſé de l'acide appelé *tartarum*, & de potaſſe. - Moyen de le décompoſer pour en obtenir l'acide pur, 378, 379.

TARTRITE acidule de potaſſe. Combinaiſon de la potaſſe & de l'acide tartareux, avec excès d'acide, 280.

—de potaſſe. Sel parfaitement neutre, réſultant de la combinaiſon de l'acide tartareux & de la potaſſe, 280.

TERRE ou terreau. Principe fixe qui reſte après l'analyſe des ſubſtances végétales fermentées, 154.

—On les regarde comme des êtres ſimples, 172. - Il y a quelques raiſons de penſer qu'elles contiennent de l'oxigène, 180, 195. - Et peut-être qu'elles ſont des métaux oxidés, *ibid.* - Elles ont une grande tendance à la combinaiſon, 172.

TERRES compoſées. Se fondent au feu alimenté par le gaz oxigène ſous la forme d'un verre blanc, 556.

THERMOMÈTRE. Corrections du volume des gaz relatives aux différens degrés du thermomètre. - Modèle de calcul pour ces corrections, 380 & *ſuiv.*

TOPAZE de Saxe. Se décolore & perd un cinquieme de ſon poids au feu alimenté par le gaz oxigène, 557.

TRITURATION. Inſtrumens propres à l'opérer, 403.

TUNSTÈNE. Métal particulier ſouvent confondu avec l'étain. - Sa criſtalliſation. - Sa peſanteur ſpécifique. - Il ſe trouve naturellement dans l'état d'oxide. - Il fait fonction d'acide. - Il y eſt uni à la chaux, 275.

V

VAISSEAUX évaporatoires. Leur forme, 434 & *ſuiv.*

VAPORISATION. Paſſage d'un fluide liquide à l'état aériforme, 12.

VERRES ardens. Ne produiſent pas d'auſſi grands effets qu'on avoit lieu de l'attendre, 552.

VERS à ſoie. Sa cryſalide fournit l'acide bombique, 315.

WOLFRAM. Subſtance métallique. - Véritable tunſtène, 275.

Fin de la Table des Matières.

EXTRAIT des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences.

Du 4 Février 1789.

L'Académie nous a chargés, M. d'Arcet & moi, de lui rendre compte d'un Traité élémentaire de Chimie, que lui a préſenté M. Lavoiſier.

Ce Traité eſt diviſé en trois parties : la première a principalement pour objet, la formation des fluides aëriformes & leur décompoſition, la combuſtion des corps ſimples, & la formation des acides.

Les molécules des corps peuvent être conſidérées comme obéiſſant à deux forces, l'une répulſive, l'autre attractive. Pendant que la derniere de ces forces l'emporte, le corps demeure dans l'état ſolide ; ſi, au contraire, l'attraction eſt plus foible, les parties du corps perdent l'adhérence qu'elles avoient entr'elles, & il ceſſe d'être un ſolide.

La force répulſive eſt due au fluide très-ſubtil qui s'inſinue à travers les molécules de tous les corps, & qui les écarte ; cette ſubſtance, quelle qu'elle ſoit, étant la cauſe de la chaleur, ou, en d'autres termes, la ſenſation que nous appelons chaleur, étant l'effet de l'accumulation de cette ſubſtance, on ne peut pas, dans un langage rigoureux, la déſigner par le nom de chaleur, parce que la même dénomination ne peut pas exprimer la cauſe & l'effet ; c'eſt ce qui a déterminé M. Lavoiſier, avec les autres Auteurs de la Nomenclature chimique, à la déſigner ſous le nom de calorique.

Nous nous contenterons, dans ce rapport, d'employer la nomenclature adoptée par M. Lavoiſier ; mais dans le cours de ſon ouvrage, après avoir établi, par les expériences les plus exactes, les faits qui doivent ſervir de baſe aux connoiſſances chimiques, il a toujours ſoin de juſtifier la nomenclature dont il fait uſage, & de ſuivre les rapports qui doivent ſe trouver entre les idées & les mots qui les repréſentent.

S'il n'exiſtoit que la force attractive des molécules de la matière, & la force répulſive du calorique, les corps paſſeroient bruſquement de l'état de ſolide à celui de fluide aeriforme; mais une troiſième force, la preſſion de l'atmoſphère, met obſtacle à cet écartement, & c'eſt à cet obſtacle qu'eſt due l'exiſtence des fluides. M. Lavoiſier établit, par pluſieurs expériences, quel eſt le degré de preſſion qui eſt néceſſaire pour contenir différentes ſubſtances dans l'état liquide, & quel eſt le degré de chaleur néceſſaire pour vaincre cette réſiſtance. Mais il y a un certain nombre de ſubſtances qui, à la preſſion de notre atmoſphère & au degré de froid connu, n'abandonnent jamais l'état de fluide aëriforme; ce ſont celles-là qu'on déſigne ſous le nom de gaz.

Puiſque les molécules de tous les corps de la nature ont dans un état d'équilibre entre l'attraction, qui tend à les rapprocher & à les réunir, & les efforts du calorique, qui tend à les écarter, non-ſeulement le calorique environne de toutes parts les corps, mais encore il remplit les intervalles que leurs molécules laiſſent entr'elles, & comme c'eſt un fluide extrêmement compreſſible, il s'y accumule, il s'y reſſerre & s'y combine en partie. De ces conſidérations, M. Lavoiſier déduit l'explication de ce qu'on doit entendre par le calorique libre, le calorique combiné, la capacité de calorique, la chaleur abſolue, la chaleur latente, la chaleur ſenſible. On pourroit lui reprocher d'avoir inſiſté trop peu ſur la propriété élaſtique & compreſſible du calorique, & de-là réſulte une différence entre ſes principes & la théorie de M. Black, ſur la capacité de chaleur, mais en écartant cette conſidération, les idées de M. Lavoiſier ont acquis l'avantage d'avoir plus de clarté.

Après ces principes généraux, M. Lavoiſier décrit le moyen qu'a imaginé M. de la Place pour déterminer par la quantité de glace fondue, celle du calorique qui s'eſt dégagé au milieu de cette glace, d'un corps qui étoit élevé à une certaine température, ou d'une combinaiſon qui s'y eſt formée. Il paſſe enſuite à des vues générales ſur la formation & la conſtitution de

l'atmoſphère de la terre, non-ſeulement en la conſidérant dans l'état où elle ſe trouve, mais encore dans différens états hypothétiques.

Notre atmoſphère eſt formée de toutes les ſubſtances ſuſceptibles de demeurer dans l'état aëriforme au degré habituel de température & de preſſion que nous éprouvons. Il étoit bien important de déterminer quel eſt le nombre & quelle eſt la nature des fluides élaſtiques qui compoſent cette couche inférieure que nous habitons. On ſait que les connoiſſances que nous avons acquiſes ſur cet objet, font la gloire de la Chimie moderne; que non-ſeulement on a analyſé ces fluides, mais qu'on a encore appris à connoître une foule de combinaiſons qu'ils formoient avec les ſubſtances terreſtres, & que par-là le vide immenſe que les anciens Chimiſtes cherchoient à déguiſer par quelques ſuppoſitions, a été comblé pour la plus grande partie. Il eſt bien intéreſſant de voir celui qui a le plus contribué à nous procurer ces connoiſſances nouvelles, en tracer lui-même le tableau, rapprocher les réſultats des expériences qui ont fait l'objet d'un grand nombre de ſes Mémoires, perfectionner ces expériences & tous les appareils qu'il a fallu imaginer; mais il n'eſt pas poſſible de ſuivre dans un extrait les deſcriptions que M. Lavoiſier préſente avec beaucoup de conciſion, ſur l'analyſe de l'air de l'atmoſphère, la décompoſition du gaz oxigène par le ſoufre, le phoſphore & le charbon, ſur la formation des acides en général, la décompoſition du gaz oxigène par les métaux, la formation des oxides métalliques, le principe radical de l'eau, ſa décompoſition par le charbon & par le fer, la quantité de calorique qui ſe dégage des différentes eſpèces de combuſtion, & la formation de l'acide nitrique.

Après tous ces objets, M. Lavoiſier examine la combinaiſon des ſubſtances combuſtibles les unes avec les autres.

Le ſoufre, le phoſphore, le charbon ont la propriété de s'unir avec les métaux, & de-là naiſſent les combinaiſons que M. Lavoiſier déſigne ſous le nom de ſulfures, phoſphures & carbures.

L'hydrogène peut auſſi ſe combiner avec un grand nombre de ſubſtances combuſtibles ; dans l'état de gaz, il diſſout le carbone ou charbon pur, le ſoufre, le phoſphore, & de-là viennent les différentes eſpèces de gaz inflammable.

Lorſque l'hydrogène & le carbone s'uniſſent enſemble, ſans que l'hydrogène ait été porté à l'état de gaz par le calorique, il en réſulte, ſelon M. Lavoiſier, cette combinaiſon particuliere qui eſt connue ſous le nom d'huile, & cette huile eſt fixe ou volatile, ſelon les proportions de l'hydrogène & du carbone. Il a expoſé dans les Mémoires de 1784, les expériences qui l'ont conduit à cette opinion.

Cependant il nous paroît que cette opinion n'eſt pas à l'abri des objections, nous nous contenterons d'en propoſer une. Toutes les huiles donnent un peu d'eau & un peu d'acide lorſqu'on les diſtille, & en réitérant les diſtillations, on peut les réduire entièrement en eau, en acide, en charbon, en gaz carbonique & en gaz hydrogène carboné. Cet acide & cette eau qu'on retire dans chaque opération, n'annoncent-ils pas qu'il entroit de l'oxigène dans la compoſition de l'huile ; car il eſt facile de prouver que l'air qui eſt contenu dans les vaiſſeaux qui ſervent à la diſtillation, n'a pas pu contribuer d'une manière ſenſible à leur production ?

Il falloit d'abord examiner les phénomènes que préſente l'oxigénation des quatre ſubſtances combuſtibles ſimples, le phoſphore, le ſoufre, le carbone & l'hydrogène ; mais ces ſubſtances, en ſe combinant les unes avec les autres, ont formé des corps combuſtibles compoſés, tels que les huiles, dont l'oxigénation doit préſenter d'autres réſultats. Selon M. Lavoiſier, il exiſte des acides & des oxides à baſe double & triple : il donne en général le nom d'oxide à toutes les ſubſtances qui ne ſont pas aſſez oxigénées pour prendre le caractère acide. Tous les acides du règne végétal ont pour baſe l'hydrogène & le carbone, quelquefois l'hydrogène, le carbone & le phoſphore. Les acides & oxides du règne animal ſont encore plus compoſés ; il entre dans la compo-

ſition de la plupart quatre baſes acidifiables, l'hydrogène, le carbone, le phoſphore & l'azote. M. Lavoiſier tache de rendre raiſon par ces principes très-ſimples, de la nature & de la différence des acides végétaux & des autres ſubſtances d'une nature végétale & d'une nature animale; il ne ſeroit pas juſte dans ce moment de juger avec ſévérité ces apperçus ingénieux, parce que l'Auteur ſe propoſe de les développer dans des Mémoires particuliers.

L'hydrogène, l'oxigène & le carbone, ſont des principes communs à tous les végétaux, & pour cette raiſon, M. Lavoiſier les appelle primitifs. Ces principes, en raiſon de la quantité de calorique avec lequel ils ſe trouvent combinés dans les végétaux, ſont tous à-peu-près en équilibre à la température dans laquelle nous vivons; ainſi les végétaux ne contiennent ni huile, ni eau, ni acide carbonique, & ſeulement les élémens de toutes ces ſubſtances; mais un changement léger dans la température ſuffit pour renverſer cet ordre de combinaiſon. L'hydrogène & l'oxigène s'uniſſent plus intimément & forment de l'eau qui paſſe dans la diſtillation; une portion de l'hydrogène & une portion du carbone ſe réuniſſent enſemble pour former de l'huile volatile, une autre partie du carbone devient libre & reſte dans la cornue. Dans les ſubſtances animales, l'azote, qui eſt un de leurs principes primitifs, s'unit à une portion d'hydrogène pour former l'alkali volatil. M. Lavoiſier donne des explications analogues à celles que nous venons d'indiquer, des phénomènes & des produits de la fermentation vineuſe, & de la putréfaction.

Il y a un grand rapport entre ces dernieres idées de M. Lavoiſier & celles que M. Higgins a expoſées dans un traité ſur l'acide acéteux, la diſtillation, la fermentation, &c. qu'il a publié en 1786, & dans lequel il admet la formation de l'eau & des huiles par l'action de la chaleur; mais n'ayant pas diſtingué le gaz hydrogène qu'il appelle phlogiſtique (ce qui eſt tout-à-fait indifférent), du charbon & de leur combinaiſon, il n'a pu déterminer les effets de la chaleur & de la fermentation avec autant d'exactitude que M. Lavoiſier.

Les

Les ſubſtances acidifiables, en s'uniſſant avec l'oxigène & en ſe convertiſſant en acides, acquièrent une grande tendance à la combinaiſon ; elles deviennent propres à s'unir avec des ſubſtances terreuſes & métalliques. Mais une circonſtance remarquable diſtingue ces deux eſpèces de combinaiſon ; c'eſt que les métaux ne peuvent contracter d'union avec les acides que par l'intermède de l'oxigène, de manière qu'il faut qu'ils ſoient réduits en oxides, ou qu'ils décompoſent l'eau dont ils dégagent alors le gaz hydrogène, ou qu'ils trouvent de l'oxigène dans l'acide, & c'eſt ainſi qu'ils forment du gaz nitreux avec l'acide nitrique.

La conſidération des phénomènes qui accompagnent les diſſolutions, conduit M. Lavoiſier à celle des baſes alkalines, des terres & des métaux, & à déterminer le nombre des ſels qui peuvent réſulter de la combinaiſon de ces différentes baſes avec tous les acides connus.

Dans la ſeconde partie de ſon ouvrage, M. Lavoiſier préſente ſucceſſivement le tableau des ſubſtances ſimples, ou plutôt de celles que l'état actuel de nos connoiſſances nous oblige à conſidérer comme telles, celui des radicaux ou baſes oxidables & acidifiables, compoſées de la réunion de pluſieurs ſubſtances ſimples ceux des combinaiſons de l'azote, de l'hydrogène, du carbone, du ſoufre & du phoſphore, avec des ſubſtances ſimples, & enfin ceux des combinaiſons de tous les acides connus, avec les différentes baſes. Chaque tableau eſt accompagné d'une explication ſur la nature & les préparations de la ſubſtance qui en eſt l'objet, & ſur ſes principales combinaiſons.

M. Lavoiſier a réuni, dans la troiſième partie de ſon ouvrage, la deſcription ſommaire de tous les appareils & de toutes les opérations manuelles qui ont rapport à la Chimie élémentaire. Les détails indiſpenſables dans leſquels il faut entrer, auroient interrompu la marche des idées rapides qu'il a préſentées dans les deux premières parties, & en auroient rendu la lecture fatigante.

Cette deſcription eſt d'autant plus précieuſe, que non-ſeulement elle eſt faite avec beaucoup de méthode &

de clarté, mais encore qu'elle a particulièrement pour objet les appareils relatifs à la Chimie moderne, dont pluſieurs ſont dûs à M. Lavoiſier lui-même, & qui, en général, ſont encore peu connus, même de ceux qui font une étude particulière de la Chimie ; mais il eſt impoſſible de tracer une eſquiſſe de ces deſcriptions, & nous ſommes obligés de nous borner à l'énumération des chapitres dans leſquels elles ſont claſſées.

Le chapitre premier traite des inſtrumens propres à déterminer le poids abſolu & la peſanteur ſpécifique des corps ſolides & liquides.

Le ſecond eſt deſtiné à la gazométrie, ou à la meſure du poids & du volume des ſubſtances aériformes.

Le chapitre troiſième contient la deſcription des opérations purement mécaniques, qui ont pour objet de diviſer les corps, telles que la trituration, la porphiriſation, le tamiſage, la filtration, &c.

M. Lavoiſier décrit, dans le chapitre cinquième, les moyens que la Chimie emploie pour écarter les unes des autres les molécules des corps ſans les décompoſer, & réciproquement pour les réunir, ce qui comprend la ſolution des ſels, leur lexiviation, leur évaporation, leur criſtalliſation, & les appareils diſtillatoires.

Les diſtillations pneumato-chimiques, les diſſolutions métalliques, & quelques autres opérations qui exigent des appareils très-compliqués, ſont l'objet du ſixième chapitre.

Le chapitre ſeptième contient la deſcription des opérations relatives à la combuſtion & à la détonnation. Les appareils qui ſont décrits dans ce chapitre ſont entièrement nouveaux.

Enfin le chapitre huitième eſt deſtiné aux inſtrumens néceſſaires pour opérer ſur les corps à de très-hautes températures.

Toutes ces deſcriptions ſont rendues ſenſibles par un grand nombre de planches qui préſentent tous les détails qu'on peut deſirer, & qui ſont gravées avec beaucoup de ſoin. Nous ne devons pas laiſſer ignorer à la reconnoiſſance des Chimiſtes, qu'elles ne ſont point

l'ouvrage d'un burin mercenaire, mais qu'elles ſont dûes au zèle & aux talens variés du traducteur de l'ouvrage de M. Kirwan ſur le phlogiſtique.

Ces nouveaux élémens ſont terminés par quatre tables; la première donne le nombre des pouces cubiques correſpondans à un poids déterminé d'eau; la ſeconde eſt deſtinée à convertir les fractions vulgaires en fractions décimales, & réciproquement; la troiſième préſente le poids des différens gaz, & la quatrième, la peſanteur ſpécifique des différentes ſubſtances.

Ainſi M. Lavoiſier, en partant des notions les plus ſimples & des objets les plus élémentaires, conduit ſucceſſivement aux combinaiſons plus compoſées. Ses raiſonnemens ſont preſque toujours fondés ſur des expériences rigoureuſes, ou plutôt ils n'en ſont que le réſultat; & il finit par donner les élémens de l'art des expériences qui doit ſervir de guide aux Chimiſtes qui, au lieu de ſe livrer à de vaines hypothèſes, veulent établir leurs opinions la balance à la main.

L'ouvrage eſt précédé d'un diſcours dans lequel M. Lavoiſier rend compte des motifs qui l'ont engagé à l'entreprendre, & de la marche qu'il a ſuivie dans ſon exécution.

S'étant impoſé la loi de ne rien conclure au-delà de ce que les expériences préſentent & de ne jamais ſuppléer au ſilence des faits, il n'a point compris dans ſes élémens la partie de la Chimie la plus ſuſceptible peut-être de devenir un jour une ſcience exacte, c'eſt celle qui traite des affinités ou attractions chimiques; mais les données principales manquent, ou du moins celles que nous avons ne ſont encore ni aſſez préciſes, ni aſſez certaines pour devenir la baſe ſur laquelle doit porter une partie auſſi importante de la Chimie.

M. Lavoiſier a la modeſtie d'avouer qu'une conſidération ſecrète a peut-être donné du poids aux raiſons qu'il pouvoit avoir de ſe taire ſur les affinités; c'eſt que M. de Morveau eſt au moment de publier l'article *affinité* de l'Encyclopédie méthodique, & qu'il a redouté de traiter en concurrence avec lui, un objet qui exige des diſcuſſions très-délicates.

Quoique les Savans s'empreſſent de toutes parts de rendre juſtice aux connoiſſances profondes de M. de Morveau, il doit néanmoins être flatté d'un aveu qui honore également celui qui l'a fait.

Si M. Lavoiſier ne parle point, dans ce Traité, des parties conſtituantes & élémentaires des corps, c'eſt qu'il regarde comme hypothétique tout ce qu'on a dit ſur les quatre élémens : il eſt probable que nous ne connoiſſons pas les molécules ſimples & indiviſibles qui compoſent les corps ; mais il eſt un terme auquel nous conduiſent nos analyſes, & ce ſont les derniers réſultats que nous en obtenons, qui ſont pour nous des ſubſtances ſimples, ou, ſi l'on veut, des élémens.

Mais l'objet principal de ce diſcours eſt de faire ſentir la liaiſon qui ſe trouve entre l'abus des mots & les idées fauſſes, & entre la préciſion du langage & les progrès des ſciences.

Nous penſons que ces nouveaux Elémens ſont très-dignes d'être imprimés ſous le privilége de l'Académie.

Fait à l'Académie, le 4 Février 1789.

Signé, D'ARCET & BERTHOLET.

Je certifie le préſent extrait conforme à l'original, & au jugement de l'Académie. A Paris, ce 7 Février 1789.

Signé, le Marquis DE CONDORCET.

EXTRAIT des Regiſtres de la Société Royale de Médecine.

Du 6 Février 1789.

LA Société nous a chargés, M. de Horne & moi, d'examiner un Ouvrage de M. Lavoiſier, ayant pour titre, *Traité élémentaire de Chimie, préſenté dans un ordre nouveau, & d'après les découvertes modernes.* Comme ce Traité, que nous avons lu avec le plus vif intérêt, offre une méthode élémentaire différente de toutes celles qu'on a ſuivies dans les Ouvrages du même genre, nous avons cru devoir en rendre un compte très-détaillé à la Compagnie.

Les Phyſiciens, & tous les hommes qui s'adonnent à l'étude de la Philoſophie naturelle, ſavent que c'eſt aux expériences de M. Lavoiſier qu'eſt due la révolution que la Chimie a éprouvée depuis quelques années; à peine M. Black eut-il fait connoître, il y a bientôt vingt ans, l'être fugace qui adoucit la chaux & les alkalis, & qui avoit juſques-là échappé aux recherches des Chimiſtes; à peine M. Prieſtley eut-il donné ſes premières expériences ſur l'air fixe & ce qu'il appeloit les différentes eſpèces d'air, que M. Lavoiſier, qui ne s'étoit encore appliqué qu'à mettre dans les opérations de Chimie de l'exactitude & de la préciſion, conçut le vaſte projet de répéter & de varier toutes les expériences des deux célèbres Phyſiciens Anglois, & de pourſuivre avec une ardeur infatigable une carrière nouvelle, dont il prévoyoit dès-lors l'étendue. Il ſentit ſur-tout que l'art de faire des expériences vraiment utiles, & de contribuer aux progrès de la ſcience de l'analyſe, conſiſtoit à ne rien laiſſer échapper, à tout recueillir, à tout peſer. Cette idée ingénieuſe, à laquelle ſont dues toutes les découvertes modernes, l'engagea à imaginer, pour les effervescences, pour les combuſtions,

pour la calcination des métaux, &c. des appareils capables de porter la lumière la plus vive ſur la cauſe & les réſultats de ces opérations. On connoît trop généralement aujourd'hui la plupart des faits & des découvertes que cette route expérimentale nouvelle a fait naître, pour que nous ayons beſoin d'en ſuivre ici les détails ; nous nous contenterons de rappeler que c'eſt à l'aide de ces procédés, à l'aide de ce nouveau ſens, ajouté, pour ainſi dire, à ceux que le Phyſicien poſſédoit déjà, que M. Lavoiſier eſt parvenu à établir des vérités & une doctrine nouvelles ſur la combuſtion, ſur la calcination des métaux, ſur la nature de l'eau, ſur la formation des acides, ſur la diſſolution des métaux, ſur la fermentation & ſur les principaux phénomènes de la nature. Ces inſtrumens ſi ingénieux, cette méthode expérimentale ſi exacte & ſi différente des procédés employés autrefois par les Chimiſtes, n'ont ceſſé, depuis 1772, de devenir entre les mains de M. Lavoiſier & des Phyſiciens qui ont ſuivi la même route, une ſource féconde de découvertes. Les Mémoires de l'Académie des Sciences offrent, depuis 1772 juſqu'en 1786, une ſuite non interrompue de travaux, d'expériences, d'analyſes faites par ce Phyſicien ſur le même plan. Ce qu'il y a de plus frappant pour ceux qui aiment à ſuivre les progrès de l'eſprit humain dans ce genre de recherches, dont on n'avoit aucune idée il y a vingt ans, c'eſt que toutes les découvertes qui ſe ſont ſuccédées depuis cette époque, n'ont fait que confirmer les premiers réſultats trouvés par M. Lavoiſier, & donner plus de force & plus de ſolidité à la doctrine qu'il a propoſée. Une autre conſidération, qui nous paroît également importante, c'eſt que les expériences de Bergman, de Schéele, de MM. Cavendish, Prieſtley, & d'un grand nombre d'autres Chimiſtes dans différentes parties de l'Europe, quoique faites ſous des points de vue & avec des moyens différens en apparence, ſe ſont tellement accordées avec les réſultats généraux dont nous parlions plus haut, que cet accord, bien propre à convaincre les Phyſiciens qui cherchent la vérité ſans prévention, & avec le cou-

rage néceſſaire pour réſiſter aux préjugés, n'a fait que rendre plus ſolides & plus inébranlables les fondemens ſur leſquels repoſe la nouvelle doctrine chimique. C'eſt dans cet état de la ſcience, c eſt à l'époque où les faits nouveaux, généralement reconnus, n'excitent encore des diſcuſſions entre les Phyſiciens, que relativement à leur explication, que M. Lavoiſier, auteur de la plus grande partie de ces découvertes, & de la théorie ſimple & lumineuſe qu'elles ont créée, s'eſt propoſé d'enchaîner dans un nouvel ordre les vérités nouvelles, & d'offrir aux Savans, ainſi qu'à ceux qui veulent le devenir, l'enſemble de ſes travaux. Ceux qui ont ſuivi avec ſoin les progrès ſucceſſifs de la Chimie, ne trouveront dans l'Ouvrage dont nous nous occupons, que les faits qu'ils connoiſſent déjà; mais ils ſe préſenteront à eux dans un ordre qui les frappera par ſa clarté & ſa préciſion. Ce ſera donc ſpécialement ſur la marche des faits, des idées & des raiſonnemens tracés par M. Lavoiſier, que nous inſiſterons dans ce rapport.

Ce Traité eſt diviſé en trois parties. Dans la première, M. Lavoiſier expoſe les élémens de la ſcience & les baſes ſur leſquelles elle eſt fondée. C'eſt ſur les corps les plus ſimples, & ſur le premier ordre de leurs combinaiſons, que roule cette première partie, comme nous le dirons tout-à-l'heure.

La ſeconde partie préſente les tableaux de toutes les combinaiſons de ces corps ſimples entr'eux, & des mixtes qu'ils forment les uns avec les autres. Les compoſés ſalins neutres en ſont particulièrement le ſujet.

Dans la troiſième partie, M. Lavoiſier décrit les appareils nouveaux, dont il a imaginé la plus grande partie, & à l'aide deſquels il a établi les vérités expoſées dans la première partie.

Conſidérons chacune de ces parties plus en détail, & ſuivons l'Auteur juſqu'à ſes dernières diviſions, pour faire connoître l'utilité & l'importance de ſon Ouvrage.

Premiere Partie.

En expoſant, dans un Diſcours préliminaire, les motifs qui l'ont engagé à écrire ſon Ouvrage, M. Lavoiſier annonce que c'eſt en s'occupant de la nomenclature & en développant ſes idées ſur les avantages & la néceſſité de lier les mots aux faits, qu'il a été entraîné comme malgré lui à faire un Traité élémentaire de Chimie; que cette nomenclature méthodique l'ayant conduit du connu à l'inconnu, cette marche qu'il s'eſt trouvé forcé de ſuivre, lui a paru propre à guider les pas de ceux qui veulent étudier la Chimie; il penſe que, quoique cette ſcience ait encore beaucoup de lacunes & ne ſoit pas complette comme la Géométrie élémentaire, les faits qui la compoſent s'arrangent cependant d'une manière ſi heureuſe dans la doctrine moderne, qu'il eſt permis de la comparer à cette dernière, & qu'on peut eſpérer de la voir s'approcher, de nos jours, du degré de perfection qu'elle eſt ſuſceptible d'atteindre. Son but a été de ne rien conclure au-delà de l'expérience, de ne jamais ſuppléer au ſilence des faits.

C'eſt pour cela qu'il n'a point parlé des principes des corps, ſur leſquels on a depuis ſi long-temps donné des idées vagues, dans les écoles & dans les Ouvrages élémentaires; qu'il n'a rien dit des attractions ou affinités chimiques, qui ne ſont point encore connues, ſuivant lui, avec l'exactitude néceſſaire pour en expoſer les généralités dans des élémens. Il termine ce diſcours en retraçant les raiſons & les motifs qui ont guidé les Chimiſtes dans le travail de la nouvelle nomenclature, & en faiſant voir quelle influence les noms exacts propoſés dans ce travail, peuvent avoir ſur les progrès & l'étude de la ſcience.

La première partie qui ſuit immédiatement ce Diſcours préliminaire, comprend dix-ſept chapitres.

M. Lavoiſier annonce qu'il traite, dans cette première Partie, de la formation des fluides aëriformes & de leur décompoſition; de la combuſtion des corps ſimples, & de la formation des acides. Ce titre, qui n'auroit cer-

tainement pas rappelé aux anciens Chimiſtes l'enſemble de leur ſcience, le comprend cependant tout entier pour ceux qui la poſsèdent, & en effet, l'un de nous en traçant la marche & l'état de toutes les connoiſſances chimiques modernes dans quelques ſéances ſur les fluides élaſtiques, a fait voir que toute la ſcience eſt compriſe dans l'hiſtoire de leur développement & de leur fixation. Il eſt donc vrai de dire, que quoique le domaine de la Chimie ait été ſingulièrement agrandi par le nombre conſidérable de faits nouveaux qu'elle a acquis depuis quelques années, le rapprochement, la liaiſon & la cohérence de ces faits, peuvent en reſſerrer les élémens dans l'eſprit de ceux qui les poſsèdent, & de ceux qu'une méthode exacte guide dans leurs études; ſi les expériences ſemblent effrayer l'imagination par leur nombre, les réſultats ſimples qu'on en tire, & les données générales qu'elles fourniſſent, font évanouir les difficultés, & rendent le travail de la mémoire plus facile. Cette vérité ſera miſe dans tout ſon jour, par l'expoſé des divers objets compris dans cette première partie de l'ouvrage de M. Lavoiſier.

Le premier Chapitre traite de la combinaiſon des corps avec le calorique ou la matière de la chaleur, & de la formation des fluides élaſtiques. Le calorique dilate tous les corps en écartant leurs molécules, qui tendent à ſe rapprocher par la force d'attraction. On peut donc conſidérer ſon effet comme celui d'une force répulſive ou oppoſée à l'attraction. Lorſque l'attraction des molécules eſt plus forte, que l'écartement ou la force répulſive communiquée par le calorique, le corps eſt ſolide; ſi la force répulſive l'emporte ſur l'attraction, les molécules s'écartent juſqu'à un certain point, la fuſion, & enfin la fluidité élaſtique naiſſent de cet effet. Comme la diminution ou l'enlèvement du calorique permet le rapprochement des molécules des corps dont l'attraction agit alors librement, & comme on peut concevoir un refroidiſſement toujours croiſſant, beaucoup plus fort que celui que nous connoiſſons, & conſéquemment un rapprochement proportionné dans les molécules des corps, il s'enſuit

que ces molécules ne ſe touchent pas, qu'il exiſte des intervalles entr'elles ; ces intervalles ſont remplis par le calorique. On peut l'y accumuler ; c'eſt cette accumulation qui détruit l'attraction de ces molécules, & qui donne enfin naiſſance à un fluide élaſtique. Tous les corps liquides prendroient, à la ſurface du globe, cette forme de fluides élaſtiques, ſi la preſſion de l'air atmoſphérique ne s'y oppoſoit pas ; c'eſt en raiſon de cette preſſion qu'il faut que la température de l'eau ſoit élevée à 80 degrés pour qu'elle ſe réduiſe en vapeur ; l'éther à 30 ou 33 degrés, l'alkool à 67. Mais les fluides ſuppoſés réduits en vapeurs par la ſuppreſſion du poids de l'atmoſphère, ſe formeroient bientôt un obſtacle à eux-mêmes par leur preſſion.

On voit d'après cela qu'un fluide élaſtique ou un gaz n'eſt qu'une combinaiſon d'un corps quelconque ou d'une baſe avec le calorique. On voit encore que, ſuivant les eſpaces ou les intervalles compris entre les molécules des différens corps, il faudra plus ou moins de calorique pour les dilater au même point ; c'eſt cette différence qu'on nomme *capacité de chaleur*, & la quantité de calorique néceſſaire pour élever chaque corps à la même température, ſe nomme chaleur ou *calorique ſpécifique*. Comme les corps, en ſe combinant au calorique, deviennent des fluides élaſtiques, l'élaſticité paroît être due à la répulſion des molécules du calorique, ou plutôt à une attraction plus forte entre ces dernières, qu'entre celles des corps fluides élaſtiques, qui ſont alors repouſſées par l'effet du premier.

Ces idées ſimples & fondées ſur des expériences exactes, conduiſent l'Auteur à donner, dans le ſecond chapitre, des vues ſur la formation & la conſtitution de l'atmoſphère de la terre ; elle doit être formée des ſubſtances ſuſceptibles de ſe volatiliſer au degré ordinaire de chaleur qui exiſte ſur le globe, & à la preſſion moyenne qui ſoutient le mercure à 28 pouces. La terre étant ſuppoſée à la place d'une planète beaucoup plus rapprochée du ſoleil, comme l'eſt Mercure, l'eau, le mercure même entreroient en expanſion, & ſe mêleroient

à l'air juſqu'à ce que cette expanſion fût limitée par la preſſion exercée par ces nouveaux fluides élaſtiques. Si le globe étoit, au contraire, tranſporté à une diſtance beaucoup plus éloignée du ſoleil qu'il ne l'eſt, l'eau ſeroit ſolide & comme une pierre dure & tranſparente. La ſolidité, la liquidité, la fluidité élaſtique ſont donc des modifications des corps dues au calorique. Les fluides habituellement vaporeux qui forment notre atmoſphère, doivent, ou ſe mêler lorſqu'ils ont de l'affinité, ou ſe ſéparer ſuivant l'ordre de leurs peſanteurs ſpécifiques, s'ils ne ſont pas ſuſceptibles de s'unir. M. Lavoiſier penſe que la couche ſupérieure de l'atmoſphère eſt ſurmontée des gaz inflammables légers qu'il regarde comme la matière & le foyer des météores lumineux.

Il étoit très-naturel que ces conſidérations générales ſur l'atmoſphère de la terre fuſſent ſuivies de l'analyſe de l'air qui la compoſe; cette analyſe fait le ſujet du troiſième chapitre, dans lequel eſt conſignée une des plus belles découvertes du ſiècle & de la Chimie moderne. La combuſtion du mercure dans un ballon, la perte de poids d'un ſixième de l'air, l'augmentation correſpondante du poids du mercure, la qualité délétère des cinq ſixièmes d'air reſtant; la ſéparation de l'air de la chaux de mercure fortement échauffée, la pureté de celui-ci, la récompoſition de l'air ſemblable à celui de l'atmoſphère par l'addition de cette partie tirée du mercure à celle reſtée dans le ballon; la chaleur vive & la flamme brillante dégagée de l'air par le fer qu'on y brûle, ſuffiſent à M. Lavoiſier pour prouver que l'air atmoſphérique eſt un compoſé de deux fluides élaſtiques différens, l'un reſpirable, l'autre non reſpirable, que le premier forme 0,27, & le ſecond 0,73.

Dans le quatrième chapitre, ce Savant expoſe les noms donnés à ces deux gaz qui compoſent l'air atmoſphérique, & les raiſons qui les ont fait propoſer; le premier porte, comme on ſait, le nom d'*air vital* & de *gaz oxigène*, & le ſecond celui de *gaz azote*.

La quantité des deux principes de l'atmoſphère étant connue, la nature du gaz oxigène occupe enſuite M.

Lavoiſier. Le cinquième chapitre eſt deſtiné à l'examen de la décompoſition du gaz oxigène ou air vital par le ſoufre, le phoſphore, le charbon, & de la formation des acides. Cent grains de phoſphore brûlé dans un ballon bien plein d'air vital, abſorbent 154 grains de cet air ou de ſa baſe, & forment 254 grains d'acide phoſphorique concret. Vingt-huit grains de charbon abſorbent 72 grains d'air vital, & forment 100 grains d'acide carbonique. Le ſoufre en abſorbe plus que ſon poids & devient acide ſulfurique. La baſe de cet air a donc la propriété, en ſe combinant avec ces trois corps combuſtibles, de les convertir en acides; de-là le nom d'oxigène donné à cette baſe de l'air vital, & celui d'oxigénation donné à l'opération par laquelle cette baſe ſe fixe.

La nomenclature des différens acides forme le ſujet du ſixième chapitre; le nom général d'acide déſigne la combinaiſon avec l'oxigène; les noms particuliers appartiennent aux baſes différentes unies à l'oxigène. Le ſoufre forme l'acide ſulfurique, le phoſphore l'acide phoſphorique, le carbone ou charbon pur l'acide carbonique. La terminaiſon variée dans ces mots exprime la proportion d'oxigène; ainſi le ſoufre combiné avec peu d'oxigène & dans l'état d'un acide foible, donne l'acide ſulfureux, tandis qu'une plus grande proportion de ce principe acidifiant, forme l'acide ſulfurique. Nous n'inſiſterons pas davantage ſur les principes de cette nomenclature, qui ſont déjà bien connus de la Société. M. Lavoiſier donne, à la fin de ce chapitre, les proportions d'azote & d'oxigène qui conſtituent l'acide du nitre en différens états, comme l'a découvert M. Cavendish.

Il parle, dans le ſeptième chapitre, de la décompoſition du gaz oxigène par les métaux. On ſait que ces corps combuſtibles abſorbent la baſe de l'air vital plus ou moins facilement, & à des températures plus ou moins élevées; mais comme l'affinité de ces corps pour l'oxigène eſt en général rarement plus forte que celle de celui-ci pour le calorique, les métaux s'y combinent plus ou moins difficilement. Les compoſés des métaux & d'oxi-

gène n'étant pas des acides, on a propoſé le nom d'oxides pour les déſigner, au lieu de celui de chaux, qui étoit équivoque, & fondé ſur une fauſſe analogie. M. Lavoiſier donne les détails de cette nomenclature à la fin de ce chapitre.

Il traite, dans le huitième, du principe radical de l'eau, & de la décompoſition de ce fluide par le charbon & le fer. L'eau que l'on fait paſſer à travers un tube de verre ou de porcelaine rougi au feu, ſe réduit ſeulement en vapeur, ſans éprouver d'altération. En paſſant à travers le même tube chargé de vingt-huit grains de charbon, il y a 85 grains d'eau changée de nature, & le charbon diſparoît. On obtient 100 grains ou 144 pouces d'acide carbonique, qui contiennent, outre les 28 grains de carbone, 72 grains d'oxigène, provenant néceſſairement de l'eau, puiſqu'aucun autre corps n'a pu le lui fournir; ce gaz acide carbonique eſt mêlé de 13 grains ou 380 pouces cubes de gaz inflammable; ces 13 grains ajoutés aux 72 grains d'oxigène enlevé par le carbone, font les 85 grains d'eau qui manquent; & en effet, en brûlant dans un appareil fermé 85 grains d'air vital & 15 de gaz inflammable, on a 100 grains d'eau. L'eau eſt donc compoſée de ces deux principes. L'oxigène eſt déjà connu par les détails précédens; la baſe du gaz inflammable a été nommée *hydrogène*, ou principe radical de l'eau; M. Lavoiſier en décrit les propriétés & ſur-tout celles qu'il a dans l'état de gaz.

Le neuvième chapitre contient des détails abſolument neufs ſur la quantité de calorique qui ſe dégage dans la combuſtion de différens corps combuſtibles, ou, ce qui eſt la même choſe en d'autres termes, pendant la fixation de l'air vital ou gaz oxigène. Pour bien concevoir l'objet de cet article important, rappelons que l'air vital eſt, comme tous les autres fluides élaſtiques, une baſe ſolidifiable unie à du calorique; que ce gaz ne peut ſe fixer, ou ſa baſe devenir ſolide dans les combinaiſons où elle entre, qu'en perdant le calorique qui la tenoit écartée & diviſée en fluide élaſtique. Cela poſé,

il eſt clair qu'en partant d'une expérience où l'air vital paroît laiſſer dépoſer ſa baſe la plus ſolide poſſible en perdant tout le calorique qu'il contient, on aura une meſure à peu de choſe près exacte de la quantité abſolue de calorique contenu dans une quantité donnée de gaz oxigène. Mais comment meſurer cette chaleur. M. Lavoiſier s'eſt ſervi, pour cela, d'un appareil ingénieux, dont la première idée eſt due à M. Wilcke, Phyſicien Anglois, mais qui a été changé & bien perfectionné par M. de la Place. Ce ſont des enveloppes de tôle garnies de glace, & laiſſant un eſpace vide dans lequel on fait les expériences de combuſtion, abſolument comme dans une ſphère de glace aſſez épaiſſe pour que la température extérieure n'influe en aucune manière ſur ſa cavité intérieure. Le calorique ſe ſépare pendant la fixation de l'oxigène, fond une partie de cette glace, proportionnelle à la quantité qui s'en dégage. En opérant ainſi la combuſtion du phoſphore, M. Lavoiſier a vu qu'une livre de ce combuſtible fond 100 livres de glace, en abſorbant une livre 8 onces d'air vital; & comme l'acide phoſphorique concret qui réſulte de cette combuſtion paroît contenir l'oxigène le plus ſolide & le plus ſéparé de calorique, il en conclut que, dans l'état d'air vital, une livre d'oxigène contient une quantité de calorique ſuffiſante pour fondre 66 livres 10 onces 5 gros 24 grains de glace à zero. En partant de cette expérience, M. Lavoiſier a trouvé qu'une livre de charbon abſorbant 2 livres 9 onces 1 gros 10 grains d'oxigène, & ne faiſant fondre que 96 livres 8 onces de glace, tout le calorique contenu dans cette quantité d'air vital n'eſt pas dégagé, puiſqu'il ſe feroit fondu 171 livres 6 onces 5 gros de glace; la différence de cette quantité de calorique, c'eſt-à-dire, une quantité capable de fondre 74 livres 14 onces 5 gros de glace, eſt employée à tenir ſous forme de gaz 3 livres 9 onces 1 gros 10 grains d'acide carbonique, produit dans cette opération. La combuſtion du gaz hydrogène brûlé dans l'appareil de glace, lui a préſenté le réſultat ſuivant relativement au dégagement du calorique. Une livre de ce gaz abſorbe 5 livres 10 onces

5 gros 24 grains d'air vital en brûlant; il ſe dégage dans cette combuſtion une quantité de calorique capable de faire fondre 295 livres 9 onces 3 gros & demi de glace; or, comme cette doſe d'air vital auroit donné, ſi on l'avoit fait ſervir à la combuſtion du phoſphore, où l'oxigène paroît être le plus ſolide poſſible, une quantité de calorique ſuffiſante pour fondre 377 livres 12 onces 3 gros de glace, il s'enſuit que la différence de ces deux quantités de calorique, qui eſt exprimée par celle de 82 livres 9 onces 7 gros & demi de glace fondue, reſte dans l'eau à 0 de température, & que chaque livre de ce liquide à cette température, contient dans la portion d'oxigène qui fait un de ſes principes, une quantité de calorique capable de fondre 12 livres 5 onces 2 gros 48 grains de glace. M. Lâvoiſier a trouvé, par les mêmes expériences, la quantité de calorique contenu dans l'oxigène de l'acide nitrique, & celle qui ſe dégage dans la combuſtion de la cire & de l'huile; & ſi ces recherches avoient été ſuivies avec un ſoin égal ſur la quantité de calorique que chaque métal dégage de l'air vital en abſorbant l'oxigène, ou en ſe calcinant, cette appréciation ſeroit, comme le dit M. Lavoiſier à la fin de ce chapitre, d'une grande utilité pour l'explication de beaucoup de phénomènes chimiques.

L'Auteur décrit dans le dixieme chapitre la nature générale des combinaiſons des ſubſtances combuſtibles déja examinées dans les chapitres précédens, les unes avec les autres. Les alliages des métaux, les diſſolutions du ſoufre, du phoſphore, du charbon dans le gaz hydrogène, l'union du carbone & de l'hydrogène qui conſtitue les huiles en général, ſont indiqués ſucceſſivement. Dans ce chapitre comme dans tous les précédens, on trouve des vues neuves ſur l'union encore inconnue de pluſieurs ſubſtances combuſtibles entr'elles.

Dans tous les chapitres précédens qui ont pour objet la décompoſition de l'air vital, l'abſorption de l'oxigène par les corps combuſtibles & les phénomènes de leur combuſtion & de leurs produits, il n'eſt queſtion que des ſubſtances combinées, une à une avec l'oxigène. Le

deuxieme chapitre préſente les combinaiſons de ce principe acidifiant avec pluſieurs baſes à la fois, conſéquemment des oxides & des acides à pluſieurs baſes, & de la compoſition des matieres végétales & animales. On reconnoît par la lecture de ce chapitre la clarté des principes de la Chimie moderne, & en même tems la richeſſe de la nature dans la variété des compoſés qu'elle forme avec très-peu d'élémens. L'analyſe la plus exacte prouve que l'hydrogène & le carbone privés de la plus grande quantité de leur calorique & unis enſemble dans des proportions différentes, à des quantités diverſes d'oxigène conſtituent les matieres végétales. M. Lavoiſier range ces matieres parmi les oxides lorſque la quantité d'oxigène eſt trop peu abondante pour leur donner le caractère acide, ou parmi les acides lorſque ce principe y eſt plus abondant. Le phoſphore & l'azote font quelquefois partie de ces compoſés; & alors ils ſe rapprochent des matieres animales. Ainſi trois ou quatre corps ſimples unis en différentes proportions & dans différens états de preſſion ou de privation de calorique, ſuffiſent à la Chimie moderne pour rendre raiſon de la diverſité des matieres végétales, oxides & acides; & en y ajoutant l'azote, le phoſphore & le ſoufre, les compoſés plus compliqués qui en réſultent, donnent une idée exacte de la nature des ſubſtances animales, oxides ou acides. M. Lavoiſier fait voir qu'on pourroit ſuivant les regles de la nouvelle Nomenclature déſigner les principales eſpeces des matieres végétales compoſées d'hydrogène, de carbone & d'oxigène, ſoit oxides, ſoit acides; mais la néceſſité d'aſſocier trop de mots pour déſigner ces compoſés formeroit un langage barbare, & l'Auteur préfère les noms des treize acides végétaux & des ſix acides animaux, adoptés dans la nouvelle Nomenclature. Il termine ce chapitre par le dénombrement de ces acides.

Ces principes auſſi clairs que ſimples ſur la compoſition des ſubſtances végétales & animales, conduiſent M. Lavoiſier à faire connoître avec une égale clarté dans le douzieme chapitre, la décompoſition de ces matières par le feu. Des trois principes les plus abondans qui les conſtituen ,

conſtituent, l'hydrogène & l'oxigène tendent à prendre la forme de gaz par leur combinaiſon avec le calorique; le troiſième ou le carbone n'a pas la même propriété. Une chaleur au-deſſus de celle où ces principes reſtent en équilibre, doit donc détruire cet équilibre. A une température ſupérieure à celle de l'eau bouillante, l'oxigène s'unit à l'hydrogène & forme de l'eau qui ſe dégage; une partie du carbone unie ſéparément à l'hydrogène forme de l'huile; une autre ſe précipite ſeule. Une chaleur beaucoup plus forte, comme celle qu'on nomme chaleur rouge, ſépare ces principes dans un autre ordre, décompoſe même l'huile formée par la premiere chaleur, & réduit entiérement les matières végétales à de l'acide carbonique, à de l'eau & à une partie de charbon iſolée. L'azote, le phoſphore & le ſoufre ajoutés à ces premiers principes, dans les matières animales compliquent cet effet du feu, & donnent naiſſance à l'ammoniaque que ces matieres fourniſſent dans leur diſtillation. Tous ces phénomènes ne tiennent qu'à des changemens de proportions dans l'union des principes & à leur diverſe affinité pour le calorique.

Des changemens également ſimples ont lieu dans les fermentations vineuſe, putride & acéteuſe, dont M. Lavoiſier expoſe avec ſoin les phénomènes dans les chapitres 13; 14 & 15. Ces opérations naturelles paroiſſoient autrefois inexplicables aux Chimiſtes, & il n'y a pas plus de quinze ans qu'on déſeſpéroit encore d'en apprécier la cauſe. M. Lavoiſier par des procédés ingénieux eſt parvenu à prouver que dans la fermentation vineuſe, la matiere ſucrée qu'il regarde comme un oxide & qui eſt formée ſuivant ſes recherches, de 8 parties d'hydrogène, 28 de carbone, & 64 d'oxigène, ſur cent parties de cette matière, eſt ſéparée en deux portions (par le changement & le partage ſeul de l'oxigène entre les deux baſes oxidables), une grande partie du carbone prend plus d'oxigène en ſe ſéparant de l'hydrogène, & ſe convertit en gaz acide carbonique qui ſe dégage pendant cette fermentation, tandis que l'hydrogène, privé de l'oxigène & uni à un peu de carbone, & à l'eau ajoutée,

conſtitue l'alkool. Ainſi la nature change par cette fermentation des combinaiſons ternaires en combinaiſons binaires. Un effet analogue a lieu dans la putréfaction. Les cinq ſubſtances ſimples & combuſtibles qui forment les baſes oxidables & acidifiables des matières animales, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le ſoufre & le phoſphore, & qui ſont unies en différentes proportions à l'oxigène, ſe dégagent peu-à-peu en gaz hydrogène ſulfuré, carboné, phoſphoré, en gaz azote, en gaz acide carbonique, & en gaz ammoniaque. La fermentation acéteuſe ne conſiſte que dans l'abſorption de l'oxigène qui y porte plus de principe acidifiant. Il ſemble que l'acide carbonique n'ait beſoin que d'hydrogène pour devenir acide acéteux, puiſqu'en effet, ôtez ce dernier principe au vinaigre, il paſſe à l'état d'acide carbonique. Quoique cette théorie de la putréfaction & de l'acétification paroiſſe preſque auſſi ſimple que celle de la fermentation vineuſe, M. Lavoiſier convient que la Chimie n'eſt pas auſſi avancée dans la connoiſſance de ces deux phénomènes, que dans celle du premier.

Dans le ſeizième chapitre, l'auteur conſidère la formation des ſels neutres & les baſes de ces ſels. Les acides dont M. Lavoiſier a expoſé la nature dans les premiers chapitres, peuvent ſe combiner avec quatre baſes terreuſes, trois baſes alkalines & dix-ſept baſes métalliques. Il expoſe ſuccinctement l'origine, l'extraction & les principales propriétés de la potaſſe, de la ſoude, de l'ammoniaque, de la chaux, de la magnéſie, de la baryte & de l'alumine ; ces matières, ſi l'on en excepte l'ammoniaque, ſont les moins connues de tous les corps naturels, & quoique, d'après quelques expériences, on penſe qu'elles ſont compoſées, on n'en a point encore ſéparé les élémens ; auſſi M. Lavoiſier n'en parle-t-il que très-brièvement. Il termine cet expoſé en annonçant qu'il eſt poſſible que les alkalis fixes ſe forment pendant la combuſtion des ſubſtances végétales à l'air. L'un de nous a déjà fait préſumer dans pluſieurs mémoires & dans ſes leçons, que l'azote, qu'il a conſidéré comme principe des alkalis ou comme *alkaligène*, pourroit bien

ſe précipiter de l'atmoſphère dans les ſubſtances végétales qu'on brûle dans l'atmoſphère. Alors l'air atmoſphérique ſeroit un réſervoir des principes acidifiant & alkalifiant où la nature puiſeroit ſans ceſſe ces principes pour les fixer dans des baſes, & produire les diverſes matières ſalines, acides & alkalines. Mais cette aſſertion, loin d'être une vérité démontrée, ne doit être regardée que comme une hypothèſe, juſqu'à ce que les expériences dont on s'occupe en ce moment dans pluſieurs laboratoires, aient permis de prononcer.

Le chapitre dix ſeptième & dernier de cette première partie de l'ouvrage de M. Lavoiſier, contient une ſuite de réflexions ſur la formation des ſels neutres, & ſur leurs baſes qu'il nomme ſalifiables. Il y fait voir que les terres & les alkalis s'uniſſent aux acides ſans éprouver d'altération, & qu'il n'en eſt pas de même des métaux. Aucun de ces corps ne peut ſe combiner avec les acides ſans s'oxigéner; ils enlèvent l'oxigène ſoit à l'eau dont ils ſéparent l'hydrogène en gaz, ſoit aux acides eux-mêmes dont ils volatiliſent une portion de la baſe unie à une portion d'oxigène. De ce dégagement naît l'effervescence qui accompagne la diſſolution des métaux dans les acides. On pourroit peut-être déſirer dans ce chapitre des détails plus étendus ſur les diſſolutions métalliques; mais M. Lavoiſier vouloit mettre une grande préciſion dans cette partie de ſon Ouvrage, & celle qu'il y a miſe en effet, en rend la marche plus rapide ſans nuire à la clarté des principes qui y ſont expoſés. Ce chapitre eſt terminé par un dénombrement des quarante-huit ſubſtances ſimples qui peuvent être oxidées & acidifiées dans différens états, en y comprenant les dix-ſept ſubſtances métalliques, qu'il croit devoir auſſi conſidérer comme des acides, lorſqu'elles ſont portées à un grand degré d'oxigénation. Il réſulte de ce dénombrement que quarante-huit acides qui peuvent être unis à vingt-quatre baſes terreuſes, alkalines & métalliques, donnent 1152 ſels neutres, dont la nature & les propriétés n'auroient jamais été connues avec préciſion ſi, comme l'obſerve M. Lavoiſier, on avoit continué à leur donner

des noms, ou impropres, ou inſignifians, comme on l'avoit fait à l'époque des premières découvertes de Chimie, & qui cependant peuvent être placés avec ordre dans la mémoire, à l'aide de la nouvelle nomenclature.

Tels ſont les faits, tel eſt l'ordre qui les lie, telles ſont les conſéquences qui en découlent naturellement, conſignés dans la première partie de ce Traité élémentaire. Nous les avons fait connoître aſſez en détail, pour que la Société pût apprécier l'enſemble du travail de M. Lavoiſier, & le comparer à ce qu'étoit encore la ſcience chimique il y a vingt ans. On a pu y voir qu'à l'aide des expériences modernes, les élémens de cette ſcience ſont aujourd'hui beaucoup plus faciles à ſaiſir qu'ils n'étoient autrefois, parce que tout ſe réduit à concevoir les effets généraux du calorique, à diſtinguer les matières ſimples, baſes de toutes les combinaiſons poſſibles, à conſidérer leur union avec l'oxigène ; c'eſt preſque ſur ces trois faits généraux que ſont fondés les détails contenus dans la première partie. En y ajoutant les attractions de l'oxigène pour les différens corps, les décompoſitions qui réſultent des effets de ces attractions, on auroit l'enſemble complet de ces Elémens. Mais M. Lavoiſier a omis cet objet à deſſein, & nous avons expoſé ailleurs les raiſons qui l'ont déterminé à prendre ce parti.

Seconde Partie.

Après avoir rendu un compte exact de la marche nouvelle que M. Lavoiſier a ſuivie dans la première partie, qui conſtitue ſeule les élémens de la ſcience, il ne ſera pas néceſſaire d'entrer dans des détails auſſi étendus pour faire connoître les deux autres parties.

La ſeconde eſt entièrement deſtinée à préſenter dans des tableaux les combinaiſons ſalines neutres, ou les compoſés de deux mixtes, car on ſe rappellera facilement que les acides ſont des mixtes formés de baſes unies à l'oxigène, les oxides métalliques également formés de l'oxigène uni aux métaux, & enfin les terres & les

alkalis vraiſemblablement des compoſés. Mais pour rendre cette ſeconde partie plus complette, M. Lavoiſier a mis avant les tableaux des ſels neutres, dix tableaux qui offrent les combinaiſons ſimples dont il a été parlé dans la première partie, & qui ſont deſtinés à ſervir de réſumé à cette première partie. On trouve dans ces 10 tableaux, 1°. les ſubſtances ſimples, ou au moins celles que les Chimiſtes ne ſont pas parvenus à décompoſer, au nombre de 33, ſavoir la lumière, le calorique, l'oxigène, l'azote, l'hydrogène, le ſoufre, le phoſphore, le carbone, le radical muriatique, le radical fluorique, le radical boracique, les dix-ſept ſubſtances métalliques, la chaux, la magnéſie, la baryte, l'alumine & la ſilice; 2°. les baſes oxidables & acidifiables, compoſées au nombre de 20, qui comprennent le radical nitro-muriatique, les radicaux des douze acides végétaux, & ceux des ſept acides animaux; 3°. les combinaiſons de l'oxigène avec les ſubſtances ſimples: 4°. les combinaiſons des vingt radicaux compoſés, avec l'oxigène; ou les acides nitro-muriatiques, les douze acides végétaux, & les ſept acides animaux; 5°. les combinaiſons binaires de l'azote avec les ſubſtances ſimples: M. Lavoiſier nomme celles de ces combinaiſons qui ne ſont pas connues, des *azotures*; 6°. les combinaiſons binaires de l'hydrogène avec les mêmes ſubſtances ſimples: M. Lavoiſier déſigne par le nom d'*hydrures* celles de ces combinaiſons qui n'ont point été examinées; 7°. les combinaiſons binaires du ſoufre avec les corps ſimples; excepté les acides ſulfurique & ſulfureux, toutes ces combinaiſons ſont des ſulfures; 8°. celles du phoſphore avec les mêmes corps; tels ſont l'oxide de phoſphore, les acides phoſphoreux & phoſphorique, & les phoſphures; 9°. celles du carbone avec les ſubſtances ſimples, ſavoir l'oxide de carbone, l'acide carbonique & les carbures; 10°. enfin celles de quelques autres radicaux avec les ſubſtances ſimples. A ces tableaux ſont jointes des obſervations dans leſquelles M. Lavoiſier donne l'explication, & retrace ſous de nouveaux points de vue, une partie des faits conſignés dans la première partie.

Les tableaux des ſels neutres ſont au nombre de trente-quatre ; on y trouve ſucceſſivement les nitrites, les nitrates, les ſulfates, les ſulfites, les phoſphites, les phoſphates, les carbonates, les muriates, les muriates oxigénés, les nitro-muriates, les fluates, les borates, les arſéniates, les molybdates, les tunſtates, les tartrites, les malates, les citrates, les pyrolignites, les pyrotartrites, les pyromucites, les oxalates, les acétites, les acétates, les ſuccinates, les benzoates, les camphorates, les gallates, les lactates, les ſaccholates, les formiates, les bombiates, les ſebates, les lithiates & les pruſſiates. Le nombre de chaque claſſe de ces ſels neutres contenus dans ces tableaux, eſt preſque dans tous de vingt-quatre. M. Lavoiſier a eu ſoin de diſpoſer ces ſels ſuivant l'ordre connu des affinités de leurs baſes pour les acides. Comme la plupart de ces acides ſont nouvellement découverts, l'Auteur a joint à chaque tableau des obſervations ſur la manière de préparer ces ſels, ſur l'époque de leurs découvertes, ſur les Chimiſtes à qui elles ſont dues, & ſouvent même ſur la comparaiſon de leur nature & de leurs propriétés. M. Lavoiſier n'a point eu l'intention d'offrir, dans cette ſeconde partie, une hiſtoire des ſels neutres ; il n'a rien dit de la ſorme, de la ſaveur, de la diſſolubilité, de la décompoſition des ſels neutres, ni de la proportion & de l'adhérence de leurs principes. Ces détails, que l'on trouve dans les Elémens de Chimie de l'un de nous, n'entroient point dans le plan de M. Lavoiſier ; ſon but étoit de préſenter une eſquiſſe rapide de ces combinaiſons, & il eſt très-bien rempli par les tableaux & par les courtes notices qui les accompagnent.

Troiſième Partie.

La troiſième partie, qui a pour titre : *Deſcription des appareils & des opérations manuelles de la Chimie*, montre auſſi bien que les deux premières, combien la ſcience a acquis de moyens, & la différence qui exiſte entre les expériences que l'on fait aujourd'hui & celles que l'on faiſoit autrefois. M. Lavoiſier a rejetté cette deſcription

à la fin, parce que les détails qu'elle exige, auroient détourné l'attention & trop occupé l'eſprit des Lecteurs, ſi elle avoit été placée avec la théorie, & parce que d'ailleurs elle ſuppoſe des connoiſſances qu'on n'a pu acquérir qu'en liſant les deux premières parties. Quoique M. Lavoiſier l'ait préſentée comme une explication des planches qu'on place ordinairement à la fin d'un ouvrage, nous y avons trouvé une méthode deſcriptive très-claire, & des obſervations intéreſſantes ſur l'uſage des inſtrumens & ſur les phénomènes que préſentent les corps qu'on ſoumet à leur action. Sans prétendre donner ici un extrait de cette troiſième partie, qui n'en eſt pas ſuſceptible, nous nous bornerons à offrir un léger apperçu des principaux objets contenus dans les huit chapitres qui la compoſent.

Le premier traite des inſtrumens néceſſaires pour déterminer le poids abſolu & la peſanteur ſpécifique des corps ſolides & fluides; telles ſont les balances exactes de différentes ſenſibilités, depuis celles où l'on pèſe 50 à 60 livres, juſqu'à celles qui trébuchent à des $\frac{1}{512}^{e}$. de grain (M. Lavoiſier y propoſe des poids en fractions décimales de la livre, au lieu des diviſions de la livre en onces, gros & grains); tels ſont encore la balance hydroſtatique, les aréomètres, ſur-tout celui dont ſe ſert M. Lavoiſier, & qui lui eſt particulier.

Dans le chapitre ſecond, ſont décrits les inſtrumens propres à meſurer les gaz, les cuves pneumato-chimiques à l'eau & au mercure, les différens récipiens, le ballon à peſer les gaz, la machine conſtruite par les ſoins de M. Lavoiſier, pour meſurer le volume & connoître la quantité des gaz ſuivant la preſſion & la température qu'ils éprouvent. M. Lavoiſier nomme cette ingénieuſe machine *gazomètre*.

Le chapitre III eſt deſtiné à la deſcription d'un inſtrument imaginé par M. de la Place, pour déterminer la chaleur ſpécifique des corps & la quantité de calorique qui ſe dégage dans les combuſtions, dans la reſpiration des animaux & dans toutes les opérations de la Chimie. Cette utile machine, dont nous avons déjà indiqué les

avantages dans la première partie, eſt nommée *calorimètre* par M. Lavoiſier.

On trouve expoſés, dans le quatrième chapitre, les inſtrumens dont on ſe ſert dans les ſimples opérations mécaniques de la Chimie, telles que la trituration, la porphyriſation, le tamiſage, le lavage, la filtration & la décantation.

Le cinquième chapitre contient la deſcription des moyens & des inſtrumens qu'on emploie pour opérer l'écartement ou le rapprochement des molécules des corps; tels ſont les vaſes deſtinés à la ſolution des ſels, à la lixiviation, à l'évaporation, à la criſtalliſation, & à la diſtillation ſimple, ou évaporation en vaiſſeaux clos.

M. Lavoiſier décrit, dans le ſixième chapitre, les inſtrumens qui ſervent aux diſtillations compoſées & pneumato-chimiques, & ſur-tout les appareils de Woulfe, variés de beaucoup de manières; ceux qu'on emploie dans les diſſolutions métalliques; ceux qu'il a imaginés pour recueillir les produits des fermentations vineuſe & putride, pour la décompoſition de l'eau. Il y joint une hiſtoire différens luts & de leurs diverſes utilités.

Les détails contenus dans le ſeptième chapitre, font connoître les appareils dont ce Phyſicien s'eſt ſervi avec ſuccès pour connoître avec exactitude les phénomènes qui ont lieu dans la combuſtion du phoſphore, du charbon, des huiles, de l'alkool, de l'éther, du gaz hydrogène, & conſéquemment dans la recompoſition de l'eau, ainſi que dans l'oxidation des métaux.

Enfin le huitième & dernier chapitre de l'Ouvrage traite des inſtrumens & des procédés propres à expoſer les corps à de hautes températures; il y eſt queſtion de la fuſion, des creuſets, des fourneaux, de la théorie de leur conſtruction, du moyen d'augmenter conſidérablement l'action du feu, en ſubſtituant à l'air atmoſphérique l'air vital ou gaz oxigène.

Quand ces détails ne ſeroient que des deſcriptions ſimples des machines auxquelles la Chimie doit toutes ſes nouvelles connoiſſances, ils n'en ſeroient pas moins utiles, & on n'en auroit pas moins d'obligation à M.

Lavoiſier, pour avoir publié des procédés & des appareils trop peu connus, même d'une partie de ceux qui profeſſent aujourd'hui la Chimie, comme l'a dit l'Auteur. Mais ce n'eſt point ſeulement une deſcription sèche & aride que préſente cette troiſième partie ; on y décrit l'uſage des diverſes machines, on y fait connoître la maniere de s'en ſervir, & les phénomènes qu'elles offrent à l'obſervateur ; ſouvent même des points particuliers de la théorie générale expoſée dans tout l'ouvrage, portent un jour éclatant ſur le réſultat des opérations auxquelles ſervent ces inſtrumens. On peut conſidérer cette troiſième partie comme une hiſtoire des principaux appareils néceſſaires aux opérations de la Chimie moderne, & ſans leſquels on ne pourroit plus eſpérer de faire faire des progrès à cette ſcience.

Les planches placées à la fin de l'ouvrage, ont été gravées avec ſoin par la perſonne qui nous a déjà donné la traduction de Kirwan, & qui ſait allier la culture des Lettres à celle des Arts & des Sciences.

L'ouvrage eſt terminé par des tables où ſont expoſées la peſanteur du pied cube des différens gaz, la peſanteur ſpécifique d'un grand nombre de corps naturels, les méthodes pour convertir les fractions vulgaires en fractions décimales & réciproquement, des moyens de correction pour la peſanteur des gaz relativement à la hauteur du mercure dans le baromètre & dans le thermomètre. Ces tables deviennent aujourd'hui auſſi néceſſaires aux Chimiſtes pour obtenir des réſultats exacts dans leurs expériences, que le ſont les tables de logarithmes aux Géomètres & aux Aſtronomes, pour l'exactitude & la rapidité de leurs calculs.

Nous penſons que l'Ouvrage de M. Lavoiſier mérite l'approbation de la Société, & d'être imprimé ſous ſon privilége.

Au Louvre, le 6 Février 1789.

Signé, DE HORNE & DE FOURCROY.

La Société Royale de Médecine ayant entendu, dans ſa ſéance tenue au Louvre le 6 du préſent mois,

la lecture du Rapport ci-deſſus, en a entièrement adopté le contenu.

Ce que je certifie véritable. Ce 7 Février 1789.

Signé, VICQ D'AZYR, Secrétaire perpétuel.

EXTRAIT des Regiſtres de la Société Royale d'Agriculture.

Du 5 Février 1789.

NOUS avons été chargés par la Société Royale d'Agriculture, M. de Fourcroy & moi, de lui rendre compte d'un Traité élémentaire de Chimie, par M. Lavoiſier.

Des Savans de l'Europe, l'un de ceux qui a le plus contribué à l'heureuſe révolution que la Chimie pneumatique a éprouvée de nos jours, c'eſt, ſans contredit, M. Lavoiſier. Les Mémoires importans qu'il a publiés depuis quinze ans, les faits brillans dont on lui eſt ſpécialement redevable, toutes les expériences connues qu'il a vérifiées avec un zèle infatigable, l'élégance & la préciſion des appareils qu'il a imaginés, la théorie nouvelle enfin ſur laquelle il a ſingulièrement influé, & qu'on peut vraiment regarder comme lui étant propre, faiſoient deſirer que M. Lavoiſier réduisît ces nombreux matériaux en un corps d'ouvrage, & ſur-tout qu'il en fît un ouvrage élémentaire : il étoit difficile de mieux remplir ce vœu.

Ce Traité peut ſervir à l'étude de la Chimie par la méthode & l'ordre qui y regnent; quant au Chimiſte déjà familiariſé avec la ſcience, il y trouvera les faits réunis & claſſés, ainſi que de grandes vues ſur le ſyſtéme de notre atmoſphère, de la végétation, de l'ani-

maliſation, &c. ce qui offre une vaſte carrière à ſes recherches.

La Chimie recule de jour en jour ſes bornes; elle embraſſe maintenant toutes les ſciences phyſiques, & l'Agriculture eſt peut-être une de celles qui aura le plus à s'applaudir des ſuccès de la Chimie; l'analyſe étant le ſeul moyen de conduire sûrement à la connoiſſance des terres, des amendemens & des engrais; enfin la Chimie pneumatique peut ſeule expliquer les grands phénomènes de la végétation, la formation des différens principes des végétaux, l'étiolement des plantes, &c. c'eſt elle qui nous a fait connoître cette double émiſſion d'un gaz homicide & d'un gaz vital.

Dans le petit nombre d'ouvrages qui ont été récemment publiés ſur la Chimie, tout étant neuf, la nomenclature, les faits, l'application de la méthode des Géomètres à ces mêmes faits, & la théorie entière, l'analyſe d'un pareil Traité ſeroit une tâche longue & difficile à remplir; nous nous bornerons donc à des réflexions ſur ce nouvel ordre de choſes, qui, au milieu de beaucoup de proſélites, a encore quelques détracteurs.

On peut établir comme vérité qu'il n'y a pas d'art mécanique, le dernier de tous, dont la nomenclature ne ſoit moins vicieuſe, moins *inſignifiante*, que ne l'étoit celle de l'ancienne Chimie. Pas un mot dans l'ancienne langue chimique qui n'ait été enfanté par l'amour du myſtère, & quelquefois même par le charlataniſme. Glauber, Stahl, emportés par le torrent & l'eſpèce de mode régnante alors, introduiſent, l'un, *ſon ſel admirable*, l'autre, *ſon double arcane*. Un mot neuf, mot qui n'a aucune acception, peut en recevoir une, il n'en eſt pas de même d'un mot déjà uſité.

Il falloit donc une langue nouvelle pour une nouvelle ſcience, des mots nouveaux pour de nouveaux produits; enfin, il falloit créer des expreſſions pour les phénomènes que créoit journellement la Chimie. Il importoit ſur-tout que cette nomenclature fût raiſonnée, que le mot fixât l'idée, & que, ſemblable à la langue des Grecs & des Latins, les augmentatifs, les privatifs, & le changement

naître des idées acceſſoires & préciſes, & c'eſt l'objet que rempliſſent, par exemple, les mots *ſoufre*, *ſulfate*, *ſulfite*, *ſulfure*. Tel eſt le but qu'ont rempli les Savans qui ſe ſont réunis pour former cette nouvelle nomenclature, & le Traité de M. Lavoiſier la rend très-intelligible.

Rien de plus impoſant dans l'ouvrage de M. Lavoiſier que ce nombre d'expériences ingénieuſes, dont beaucoup lui appartiennent, toutes préſentées avec cette préciſion mathématique, inconnue avant cette époque, que Rouelle avoit devinée, & qui, ſoumettant l'analyſe à la rigueur du calcul, fait le complément de la ſcience, en rendant la recompoſition des corps auſſi facile que leur décompoſition.

L'ancienne Chimie parvenoit bien quelquefois à la ſynthèſe : elle décompoſoit & recompoſoit l'alun, les vitriols, les ſels neutres en général, elle minéraliſoit & révivifioit les métaux ; mais l'eau, mais l'air échappoient à ſon analyſe. Elle les regardoit comme des corps ſimples & élémentaires, il étoit réſervé à la Chimie pneumatique de leur faire ſubir la double loi de la décompoſition & de la recompoſition.

Il nous reſte à parler de la théorie, puiſque nous ſommes reſtreints à des généralités. Cette théorie poſe ſur une grande maſſe de faits, qui lui forment un rempart ſolide où elle paroît inattaquable : elle ne le ſeroit pas, ſans doute, ſi elle prétendoit tout expliquer, mais elle ſait s'arrêter quand les faits lui manquent, ou qu'ils ſont en trop petit nombre pour conſolider de nouveaux points de doctrine. Tel eſt le caractère de ſageſſe qui la diſtingue de l'ancienne théorie, qui expliquoit tout de dix manières différentes, parce qu'au défaut de routes, il faut ſe pratiquer des ſentiers. Dans la théorie actuelle, les faits s'enchaînent ; chaque propoſition eſt étayée d'expériences qui ſe preſſent, & on paroît réduit à ne pouvoir pas en tirer d'autres conſéquences que celles que préſente cette même théorie.

Nous penſons donc que cet Ouvrage, dont pluſieurs chapitres ſont immédiatement applicables à la Phyſique

de terminaiſon devinſſent autant de moyen de faire végétale, mérite l'approbation de la Société Royale d'Agriculture.

Signé, DE FOURCROY & CADET DE VAUX.

Je certifie cet Extrait conforme à l'original & au jugement de la Société.

A Paris, ce 6 Février 1789.

Signé, BROUSSONET, Secrétaire perpétuel.

De l'Imprimerie de CHARDON, rue de la Harpe. 1789.

Fautes à corriger, & Additions.

PAGE 43, *lig.* 4 & 9, copeaux *liſez* coupeaux

44, 5, figure 14 *liſ.* figure 16

75, 14, dans un ballon *e liſ.* dans le ballon *cb.*

77, *pén.* mtreux *liſ.* nitreux

78, 6, à meſure que l'acide paſſe *ajoutez* une partie ſe condenſe dans le ballon, l'autre eſt abſorbée par l'eau.

94, 21, *ajoutez en note au bas de la page* On a critiqué même avec aſſez d'amertume cette expreſſion *hydrogène*, parce qu'on a prétendu qu'elle ſignifioit fils de l'eau, & non pas qui engendre l'eau. Mais qu'importe, ſi l'expreſſion eſt également juſte dans les deux ſens? les expériences rapportées dans ce Chapitre, prouvent que l'eau, en ſe décompoſant, donne naiſſance à l'hydrogène, & ſur tout l'hydrogène donne naiſſance à l'eau en ſe combinant avec l'oxigène. On peut donc dire également que l'eau engendre l'hydrogène, & que l'hydrogène engendre l'eau.

96, *antépénul. Bc liſ. BC*

118, 22 *& ſuiv.* gaz hydrogène carboniſé, gaz hydrogène ſulfuriſé, gaz hydrogene phoſphoriſé *liſ.* carboné, ſulfuré, phoſphoré. *La même faute a pu échapper dans d'autres endroits.*

133, *pénul. & dern.* ainſi les végétaux ne contiennent ni huile, ni eau, ni acide carbonique, *ajoutez la note ſuivante au bas de la page.*

Nota. On conçoit que je ſuppoſe ici des végétaux réduits à l'état de deſſication parfaite, & qu'à l'égard de l'huile, je n'entends pas parler des végétaux qui en fourniſſent, ſoit par expreſſion à froid, ſoit par une chaleur qui n'excede pas celle de l'eau bouillante. Il n'eſt ici queſtion que de l'huile empyreumatique qu'on obtient par la diſtillation à feu nud, à un degré de feu

ſupérieur à l'eau bouillante. C'eſt cette huile ſeule que j'annonce être un produit de l'opération. On peut voir ce que j'ai publié à cet égard dans le volume de l'Académie, année 1786.

Page 146, *lig.* 16 & 17, 397 livres 9 onces 29 grains *liſ.* 460 livres 11 onces 6 gros 53 grains

163, 7, dont *liſ.* que

172, 1, ammoniaque *liſ.* ammoniac

196, 8, tartarique *liſ.* tartareux

Ibid. 11, pyroſignique *liſ.* pyroligneux

12, pyromucique *liſ.* pyromuqueux

13, pyrotartarique *liſ.* pyrotartareux

15, acétique *liſ.* acéteux

254, *ſupprimez du Tableau* muriate oxygéné d'ammoniaque, *attendu que cette combinaiſon n'exiſte pas.*

294, 14, 15 & 16, *effacez* & ce même ſel ſaturé de chaux, oxalate acidule de potaſſe & de chaux

384, 22, d'un robinet *l liſ.* d'un robinet *lm*

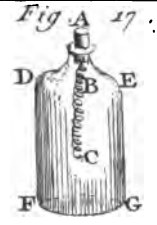
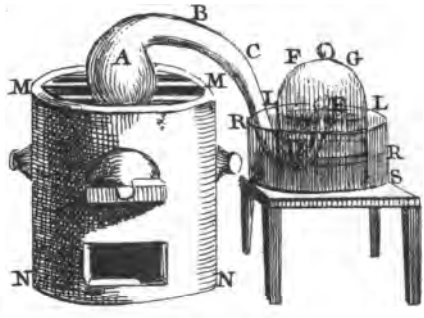


Fig. 17.

Fig. 2.



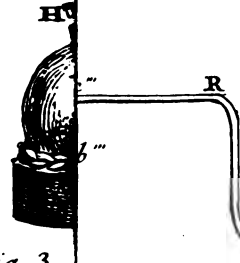


Fig. 3

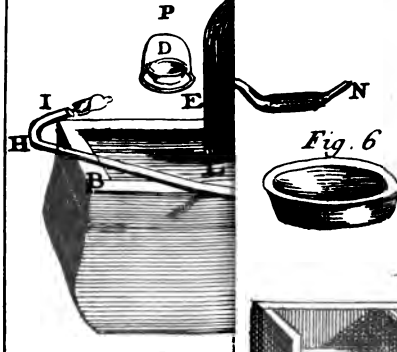


Fig. 7.

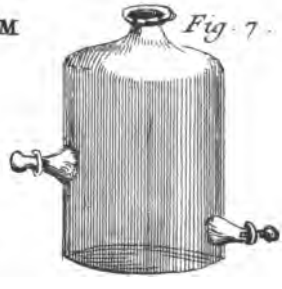
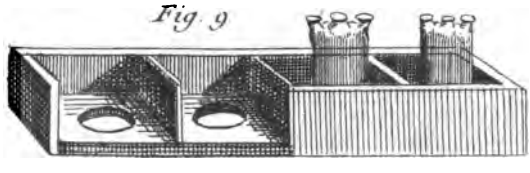


Fig. 8

Fig. 6

Fig. 9



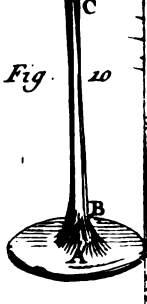


Fig. 10

ig. 13

Fig. 14

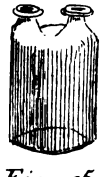
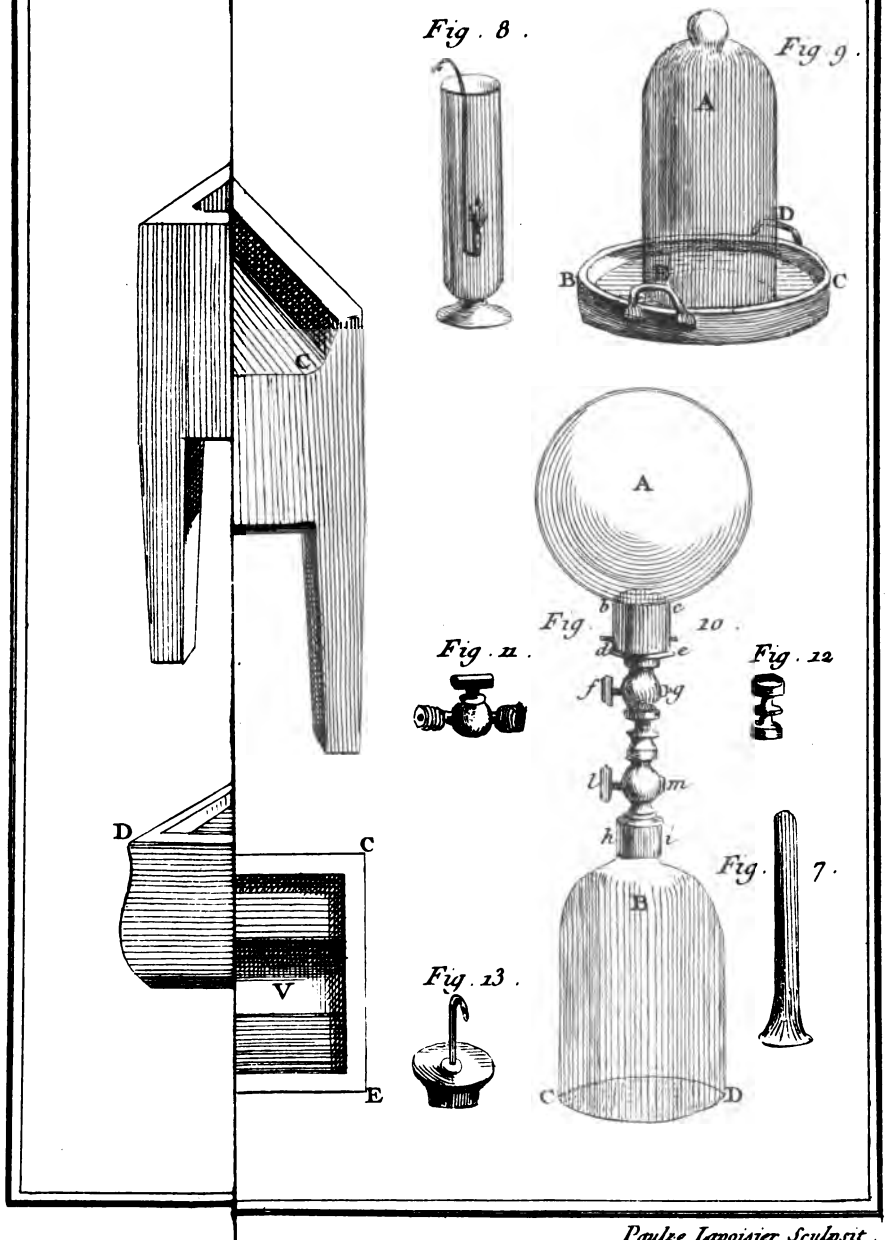
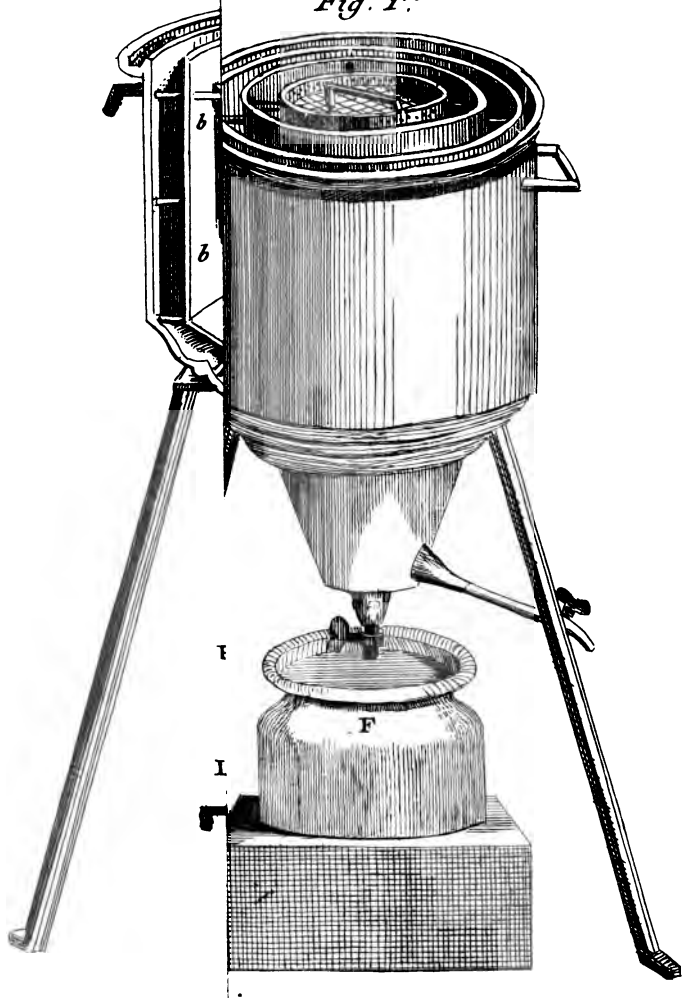


Fig. 15.



Paulze Lavoisier Sculpsit.

Fig. 1re



Pieds.

Paulze Lavoisier Sculp.

Fig. 4

Fig. 8.

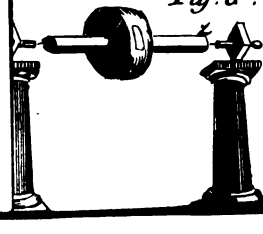


Planche IX.

Fig. 5.

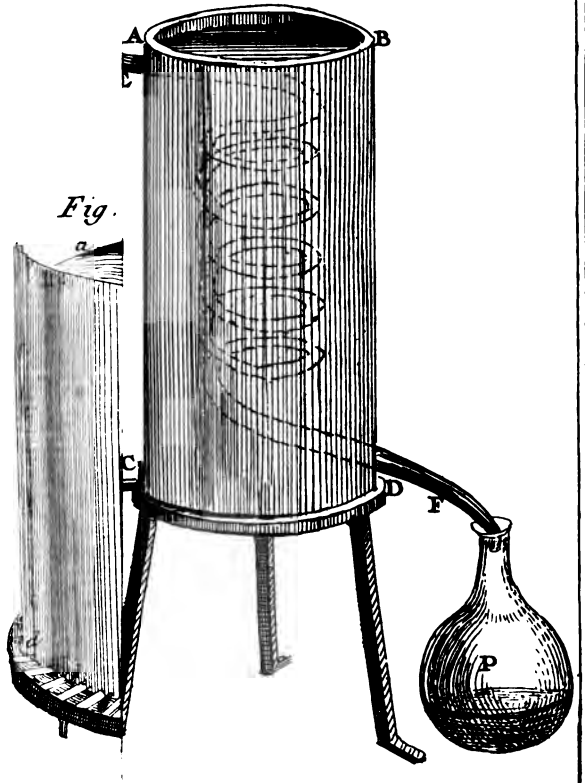
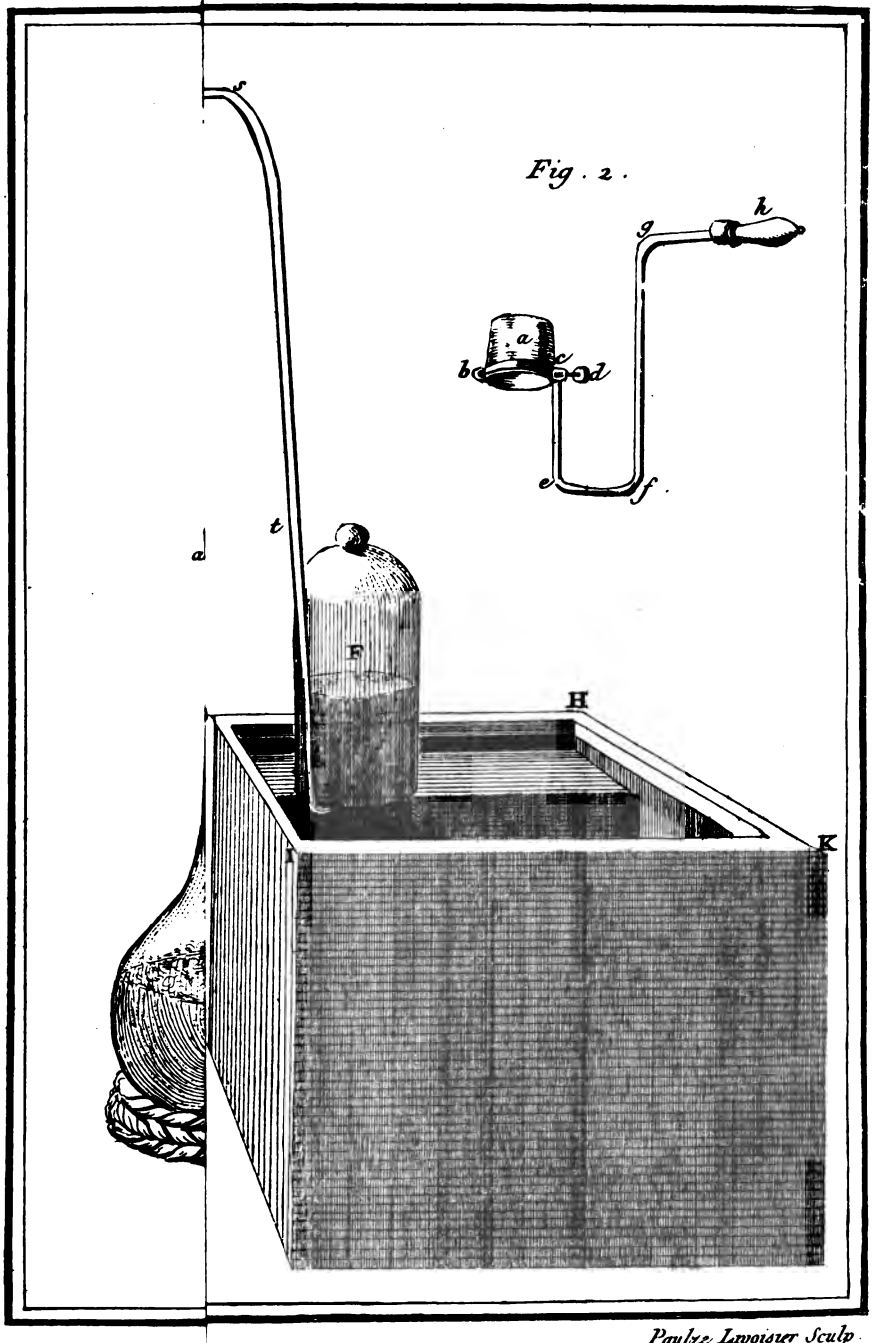


Fig.

Paulze Lavoisier Sculp.

Planche X.



Paulze Lavoisier Sculp.